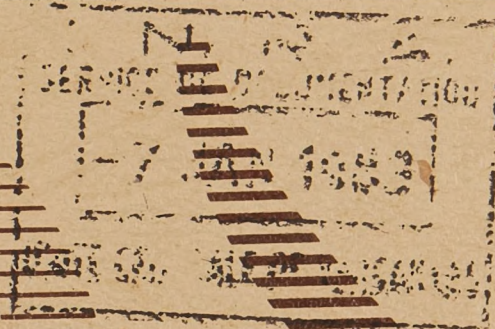


inra

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX

9.1497



BTT-51

BULLETIN TECHNIQUE
N°50 DECEMBRE 1982

trimestriel



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

**CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX**

BULLETIN TECHNIQUE

N°50 DECEMBRE 1982

BULLETIN TECHNIQUE C.R.Z.V. THEIX

ABONNEMENT POUR L'ANNEE 1983 *

100,00 F T.T.C. (France)

120,00 F (Etranger)

REMARQUE IMPORTANTE :

Pour des raisons administratives, la gestion du Bulletin Technique est désormais assurée par le Service des Publications de l'INRA. De ce fait, vous voudrez bien adresser votre courrier relatif aux abonnements à l'adresse suivante :

*SERVICE DES PUBLICATIONS DE L'I.N.R.A.
Route de St-Cyr - 78000 VERSAILLES*

NOM ou RAISON SOCIALE de l'organisme payeur :

Nombre d'abonnements demandés :

DESTINATAIRE (S)

Nom ou Raison Sociale

Adresse**

.....

.....

. Fourniture éventuelle des collections des années antérieures
(4 numéros par an)

. **Paiement** : chèque bancaire ou postal établi à l'ordre de :
REGISSEUR DES PUBLICATIONS - CCP PARIS 9064-43 V

Date :

Nom (ou cachet) et signature du demandeur

* A retourner à : *SERVICE DES PUBLICATIONS DE L'INRA - Route de St-Cyr
78000 VERSAILLES*

** Veuillez nous indiquer tout changement d'adresse survenu dans l'année

ABONNEMENT POUR L'ANNÉE 1983*

100,00 F T.T.C. (France)
120,00 F (Étranger)

REMARQUE IMPORTANTE :

Pour les raisons énoncées ci-dessus, la gestion de l'abonnement est assurée par le Service des Publications de l'INRA. Il se peut, pour certains, que votre adresse ne soit pas à jour.

SEULEMENT LES PRIX SONT INDICÉS
Rue de la Courbe - 91190 Gif-sur-Yvette

NOM et RAISON SOCIALE de l'abonné (personne physique) :

Prénoms et nom de famille :

DESTINATAIRE (s) :

NOM du RÉSIDENT (personne physique) :

Adresse :

Formule choisie par l'abonné : la formule individuelle
(à renvoyer par mail)

Paiement : Chèque bancaire ou postal à l'ordre de :
RECEVEUR DES PRIX - INRA - C.P. 5000 - 91190 Gif-sur-Yvette

Date :

Signature (à coller sur l'étiquette de l'abonnement)

* A l'adresse : SERVICE DES PUBLICATIONS DE L'INRA - 91190 Gif-sur-Yvette
Tél. 01 69 81 21 21

** Veuillez nous adresser tout changement d'adresse avant l'expiration de l'abonnement.

Sommaire

La conservation des fourrages

R. JARRIGE, C. DEMARQUILLY, J.P. DULPHY 5

Mise à l'herbe après sevrage des veaux laitiers nés en fin d'hiver. 1. Influence du niveau d'alimentation avant la mise à l'herbe et de la complémentation énergétique au pâturage

R. GIOVANNI 33

X Influence du sorbitol dans l'alimentation du veau de boucherie

P. THIVEND 47

Comparaison de la méthode du "pâturage intensif continu" et du "pâturage intensif tournant" pour la production de viande de bovins. Essai conduit en 1978 - 1979 - 1980 - 1981

D. LECONTE 51

Distributeurs automatiques d'aliment concentré pour vaches laitières

J.-L. TROCCON et M. PEREIRA 57

Nouvelles prévisions concernant la diffusion des gènes Holstein à l'intérieur de la population Pie Noire française

J.-J. COLLEAU, D. TANGUY, P. BOULANGER et P. LE MEZEC 65

Articles scientifiques parus en 1981 69

Articles techniques parus en 1981 73

Sommaire

La conversion des forêts	R. JARRIGE, C. DEMARQUET, Y. P. BOUTIER
Mise à l'échelle des cartes des versants latéraux des rivières : l'influence du relief et du climat	E. GIOVANNI
Influence du relief sur l'écoulement des eaux de surface	E. THIVIER
Comparaison de la méthode de "passement interne continu" et de "passement externe continu" pour la production de viande de bœuf. Essai réalisé en 1978-1979-1980-1981	D. LECOMTE
Distribution spatiale de l'altitude dans les versants latéraux des rivières	J.-L. TROCCON et M. PEREIRA
Nouvelles prévisions concernant la situation des zones littorales à l'intérieur de la province de Rio Negro (Argentine)	J.-J. COLLEAU, D. TANGUY, P. BOUAFIA et E. L. MONTAUDO
Articles scientifiques parus en 1981	
Articles techniques parus en 1981	

La conservation des fourrages (1)

R. JARRIGE*, C. DEMARQUILLY**, J.P. DULPHY**

* *Département de Recherches sur l'Elevage des Ruminants*
** *Laboratoire des Aliments*

Evolution et situation présente de la conservation des fourrages

La croissance des plantes prairiales s'arrête pendant les saisons froides (et) ou sèches, qui durent de deux mois par an dans les zones les plus favorables (pays tropicaux humides, partie nord de la Nouvelle Zélande...) à environ dix mois dans les régions sub-désertiques chaudes ou froides. Les éleveurs ont toujours été et sont encore confrontés aux difficultés d'alimenter leur cheptel pendant ces périodes où l'herbe ne pousse pas, véritable goulot d'étranglement des productions animales. Les solutions actuellement mises en oeuvre sont très variables, non seulement selon les conditions climatiques, mais aussi selon les systèmes d'élevage, qui sont la résultante de facteurs écologiques aussi bien qu'historiques, économiques et socio-culturels (JARRIGE, 1980).

En dehors des régions tempérées de l'hémisphère Nord, la plupart des animaux sont au pâturage pendant toute l'année. La conservation des fourrages n'est pas pratiquée ou n'a qu'une importance secondaire. L'herbe sèche sur pied, le feuillage des arbres fourragers et les résidus de culture sont généralement les seuls fourrages utilisés pendant la saison sèche. Dans l'Ancien Monde, il existe trois systèmes de base :

1. la transhumance, autour de la Mer Méditerranée : les animaux, principalement des moutons destinés à la production de laine, pâturent des chaumes et des jachères durant la saison froide et montent sur les pâturages des montagnes environnantes durant la période d'été ;

(1) Rapport présenté au Symposium International (Australie) sur les limites nutritionnelles à la production animale à partir des herbages (Brisbane, 24-28 août 1981).

Le texte anglais de ce rapport, sensiblement condensé, a paru dans Nutritional limits to animal production from pastures. Ed. J.B. HACKER - 535 p. Publié par Commonwealth Agricultural Bureaux - SLOUGH SL2 3BN U.K.

2. le nomadisme pastoral, incluant différentes formes de semi-nomadisme, sur la vaste zone semi-aride qui s'étend des rives de l'Atlantique au niveau du Sahara jusqu'aux steppes de la Mongolie, en passant par le Moyen-Orient ;

3. le maintien du bétail, utilisé surtout pour la traction ou la production de lait, sur des sous-produits de culture dans les régions très peuplées de l'Asie Tropicale.

Sur les parcours semi-arides du Nouveau Monde, les émigrants européens ont développé des systèmes extensifs ("ranch") pour la production de laine et de viande. Le type de bétail et son exploitation sont étroitement adaptés à la faible productivité des pâturages naturels et à leurs caractéristiques de croissance. Dans tous ces systèmes l'objectif, lors de la saison sèche, est de limiter les pertes des animaux et de les maintenir dans un état sanitaire acceptable plutôt que de couvrir leurs besoins de production.

Ce fut aussi l'objectif en hiver dans les pays tempérés froids d'Europe jusqu'au 19ème siècle, même si les animaux étaient en général abrités. Le bétail était principalement un complément et (ou) une aide pour la production de céréales. Les moutons étaient abondants et produisaient de la laine et du fumier. Les bovins étaient élevés d'abord pour la traction et, secondairement, pour leur viande. La production de lait était mineure et liée à la saison de pâturage. Beaucoup d'animaux hivernaient dehors sur des chaumes, des jachères et en forêt. Le foin n'était conservé qu'en très faible quantité.

La grande transformation de l'agriculture européenne a commencé au milieu du 19ème siècle à la suite de l'industrialisation et de l'application des connaissances scientifiques. Elle continue actuellement. L'augmentation de la population des villes industrielles et de son niveau de vie a conduit à une demande croissante de produits animaux et donc à un accroissement du nombre et du potentiel de production des bovins. Les animaux en production ont dû alors être nourris correctement durant l'hiver ; leur alimentation a d'abord été à base de foin, de betteraves, de céréales et de tourteaux, ainsi que d'ensilage de maïs aux U.S.A.

Le développement industriel a fourni à l'agriculture des tracteurs et des machines qui ont permis de limiter les efforts des hommes et des animaux. Ces améliorations techniques n'ont été pleinement utilisées que depuis la Seconde Guerre mondiale. La production de viande et de lait s'est accrue à un rythme accéléré par animal, par hectare et par travailleur. Les ensilages de maïs et d'herbe ont joué un rôle croissant dans l'amélioration de l'alimentation hivernale des vaches laitières et des animaux à l'engrais (tabl. 1).

L'ensilage, technique connue depuis des siècles (1000 à 1500 ans avant J.C. en Egypte), est réapparu à différentes périodes au cours de l'Histoire, particulièrement en Italie (SCHUKKING, 1976). Les possibilités d'utiliser cette technique pour profiter des forts rendements du maïs-fourrage ont été explorées dans les années 1860 en Europe continentale. C'est ainsi que GOFFART en France, a montré la nécessité de hacher la plante en petits morceaux (1 cm) et de la conserver à l'abri de l'air (en rendant hermétique son grand silo couloir par un couvercle en bois chargé à 400-500 kg par m²). En 1877, il publia son fameux livre "Manuel de la culture et de l'ensilage du maïs et des autres fourrages verts" qui, lorsqu'il fut traduit en anglais, fit beaucoup pour stimuler le développement de l'ensilage de maïs aux U.S.A. où 100.000 silos environ, surtout des silos tours, furent construits avant 1900. Au début de notre siècle, l'ensilage fut tenté dans de nombreux pays et beaucoup de méthodes furent proposées. En Italie, par exemple, SAMARINI développa l'ensilage du foin humide (60-70 p.100 de matière sèche) dans des silos hermétiques en béton (silos Cremasco).

La plupart des principes de base de l'ensilage ont été établis avant la Seconde Guerre mondiale (voir entre autre BRETIGNIERE *et al.*, 1939 ; WATSON et NASH, 1960 ;

BREIREM et ULVESLI, 1960 ; SCHUKKING, 1976). La nécessité d'exclure l'air, les effets bénéfiques de la fermentation lactique (addition de sucres), du préfanage et du hachage du fourrage au moins pour son tassement, l'efficacité des acides pour empêcher les fermentations indésirables... tous ces principes étaient connus (le mélange AIV de VIRTANEN et l'acide formique furent, pour la première fois, étudiés entre 1925 et 1930). Ils ont été vulgarisés pendant des décennies en même temps que les avantages de l'ensilage sur le foin :

1. réduction des risques climatiques, ce qui permet de récolter l'herbe au stade choisi, indépendamment des conditions météorologiques ;
2. possibilité de couper l'herbe à un stade de croissance plus précoce quand sa valeur nutritive est encore élevée ;
3. possibilité d'augmenter la fertilisation et le chargement ;
4. possibilité d'alterner pâture et fauche pour maîtriser le pâturage.

En dépit de ces avantages, le développement de l'ensilage d'herbe a été limité pendant longtemps par la quantité de travail importante que nécessitaient la récolte, la mise en silo et la distribution de cet aliment très aqueux, la fréquence décourageante des mauvaises fermentations, les pertes élevées, les faibles quantités ingérées et les mauvaises odeurs dues aux ensilages directs.

Ces difficultés ont été résolues au cours des vingt dernières années par les progrès des matériels qui ont permis d'appliquer les règles déjà connues assurant une conservation sûre, ainsi que par une mécanisation complète (cf RAYMOND, SHEPPERSON et WALTHAM, 1972). Les progrès les plus importants ont été apportés par :

TABLEAU 1

Production de fourrages pour la période hivernale : estimations pour quelques pays d'Europe et les USA (1978-1980)

	Production totale (en million de t de MS)			Importance relative		Ensilages d'herbe	
	Foins et ensilages d'herbe	Ensilage de maïs	Betteraves (+ collets)	Foins %	Ensilage d' herbe %	Mode de récolte	Conservateurs
Finlande	2,6			65	35	CD	x x x x (presque 100 %)
Suède	5,6			85	15		
Norvège	1,8		-	30	70	CD	x x x (65 %)
Danemark	1,5		1,5	25	75	CD ou P	ε
Irlande	6,0		0,1	60	40	-	-
Grande Bretagne	12,4	0,2	0,5	50	50	P (25%MS)	x x
Pays Bas	5,4	1,4	0,1	25	75	MF (> 35% MS)	0
Belgique - Luxembourg	4,0	1,0	1,1	35	65	CD ou MF	ε
Allemagne (RFA)	19,6	7,0	6,0	55	45	MF (35-45%MS)	ε
France	40,0	11,0	2,0	70	30	CD ou P	ε
Italie	15,2	3,5	0,3	60	40	-	-
U.S.A.	110,0	45,0		95	5	P, MF	-

Sources : Données sur la quantité de fourrages conservés en Europe récapitulées par WILKINSON (1980) - Eurostat - Mc CULLOUGH (1978) pour les U.S.A. - Communications personnelles.

Abréviations : CD = coupe directe, P = préfanage 35 % MS, MF = mi-fanage 40 - 45 % MS

1. les machines de récolte qui lacèrent ou hachent le fourrage, d'abord l'ensileuse à fléaux, qui apparut aux U.S.A. vers 1955, ensuite l'ensileuse à double-coupe puis celle à tambour-hacheur ;

2. l'incorporation automatique de conservateurs par des applicateurs adaptés sur les ensileuses (vers 1964 en Norvège) ;

3. la couverture des silos avec de solides bâches en polyéthylène qui empêchent l'air de pénétrer dans le silo ou d'abîmer la surface du tas et permettant aussi la mise en place de silos taupinières peu coûteux ;

4. le désilage et la distribution mécaniques de l'ensilage aux animaux.

Il faut noter que l'adoption de la technique d'ensilage s'est faite dans le cadre d'un changement considérable provoqué par la réduction de la main-d'œuvre agricole, l'accroissement de la taille des fermes et de celle des troupeaux, l'augmentation du niveau de productivité aussi bien des prairies que des animaux et la modernisation des bâtiments (stabulation libre et alimentation en self-service qui ont rendu la distribution de l'ensilage plus facile).

L'ensilage de maïs est devenu le fourrage conservé le plus important, et parfois le seul, notamment dans beaucoup de régions de l'Amérique du Nord et de l'Europe (tabl. 1). Aux U.S.A. où il est produit depuis un siècle, son tonnage a doublé au cours des 20 dernières années et représente plus des trois-quarts de la production totale d'ensilage (Mc CULLOUGH, 1978) alors que celle d'ensilage de sorgho décroît (moins de 5 p.100 du total). Une spectaculaire extension vers le Nord des surfaces de maïs-fourrage a commencé en Europe de l'Ouest vers 1960 quand les premiers hybrides précoces et résistants au froid (INRA 200 et INRA 258), créés en France par CAUDERON et LASCOLS, ont été commercialisés. Cette extension a été facilitée, comme aux U.S.A., par l'introduction de désherbants à base de triazine et la mise au point de machine de précision pour le semis et la récolte (les ensileuses à couteaux permettent en effet une conservation efficace). Le maïs-fourrage est maintenant cultivé dans le Sud de l'Angleterre, les Pays-Bas et le Nord de l'Allemagne. Sa surface s'accroît dans les pays où le maïs était traditionnellement cultivé pour le grain (Espagne, Italie, Yougoslavie, Hongrie, Roumanie). Cette popularité (triplement dans les années 1970 au sein de la C.E.E.) est due à des avantages évidents :

- une haute production d'U.F. par hectare ;
- une bonne adaptation à l'ensilage ;
- la possibilité de mécaniser totalement la récolte, le stockage et les opérations de distribution ;
- la teneur en matière sèche et l'ingestion d'U.F. élevées ;
- la possibilité, si on n'ensile pas, de récolter le grain.

De plus, ce succès du maïs-fourrage et l'existence d'ensileuses à tambour-hacheur ont stimulé un développement important de l'ensilage d'herbe dans certains pays tels que la France.

Malgré ce développement des techniques d'ensilage, la *fenaison* demeure la méthode de conservation la plus

importante dans beaucoup de pays (tabl. 1), ou du moins dans certaines régions (montagnes) ou pour certains systèmes de production (vaches allaitantes et brebis). Les efforts principaux ont été concentrés sur le matériel en vue :

1. d'accélérer la perte d'eau du fourrage dans les premières heures du séchage grâce à un conditionnement mécanique (faucheuses-conditionneuses....) (KLINNER et SHEPPERSON, 1975 ; KLINNER et HALE, 1980) ;

2. de mécaniser la chaîne allant du pressage à la manipulation en grange, les dernières innovations consistant à presser des balles rondes (jusqu'à 500 kg) qui peuvent être stockées dehors. Le séchage en grange permet de soustraire le foin humide (60-65 p.100 de MS) aux risques climatiques pouvant entraîner des pertes élevées, de couper le fourrage plus près du stade optimum de récolte et donc de préparer des foin de meilleure valeur nutritive (tabl. 2). Les travaux de recherche et d'application ont conduit à la mise en place d'installations et de techniques efficaces (KLINNER et SHEPPERSON, 1975). Cependant, le séchage en grange n'a qu'une importance secondaire, due aux problèmes de la manipulation du foin, à la faible productivité du chantier et au coût du combustible pour réchauffer l'air. Cette technique a été adoptée principalement dans les fermes laitières des zones montagneuses, là où l'ensilage est interdit (parce que le lait est transformé en fromage du type Gruyère) et particulièrement dans les fermes modernes qui ont de nouveaux bâtiments adaptés à la manipulation, au séchage et à la distribution du foin.

La déshydratation a commencé à se développer dans les années 1930 aux U.S.A., en Grande-Bretagne, en Allemagne et aux Pays-Bas. Elle s'est accrue rapidement dans les années 1960 en France et au Danemark, pays qui devinrent les deux principaux producteurs de fourrages déshydratés - presque exclusivement de la luzerne - en Europe (respectivement 900.000 et 200.000 tonnes), le premier producteur mondial étant alors les U.S.A. (1.100.000 tonnes). Elle s'est développée dans les zones de culture en grandes usines produisant de la luzerne condensée destinée principalement, ou presque exclusivement, à l'industrie des aliments composés. Vers 1965, des coopératives de déshydratation furent installées, en particulier en France et au Danemark, comme outil de séchage des fourrages dans les fermes, accroissant ainsi leur production de fourrage. Cette possibilité fut irrémédiablement stoppée par l'accroissement du prix du combustible, malgré la très bonne valeur alimentaire de l'herbe jeune ou du maïs-plante entière déshydratés et leur utilisation en remplacement d'une partie des aliments concentrés (cf les publications présentées au premier Congrès sur la déshydratation des fourrages verts tenu à Oxford en 1973).

En relation étroite avec l'évolution des machines et des systèmes de production, la Recherche a joué un rôle majeur pour améliorer la production, la valeur nutritive et l'utilisation des fourrages conservés. Ses résultats ont été rassemblés au cours de différents Congrès (BRAUNSCHWEIG, 1969 ; CHICAGO, 1975 ; BRIGHTON, 1979), dans des ouvrages (Mc CULLOUGH, 1978) et des articles de synthèse.

TABLEAU 2

Modifications de composition chimique et de valeur nutritive entre fourrages verts et fourrages conservés chez le mouton (DEMARQUILLY, DULPHY et al.)

		Variation de la composition (% M.S.)		Variation de valeur nutritive en % des valeurs du fourrage vert			
		Nombre d' échantillons	Cellulose brute	M.A.T.	Digestibilité de la M.O.	Teneur en énergie nette(1)	Quantités ingérées
Fourrages déshydratés(2)	Légumineuses	4	- 1,8	+ 0,5	- 8,3	0	- 12
	Graminées	17	- 0,7	0	- 1,6	0	- 3
Foins de graminées et de prairie naturelle	Ventilés	36	+ 2,7	- 0,6	- 6,1	- 7,7	- 12
	Séchés au sol par beau temps	32	+ 1,6	- 0,6	- 6,1	- 7,9	- 20
	Séchés au sol < 10 jours avec pluie	14	+ 3,9	- 1,0	- 8,4	- 11,7	- 24
	Séchés au sol > 10 jours avec pluie	10	+ 5,3	- 1,5	- 13,1	- 16,7	- 30
Foins de luzerne	Ventilés	16	+ 3,3	- 1,6	- 5,6	- 10,7	- 15
	Séchés au sol par beau temps	10	+ 9,1	- 4,2	- 12,2	- 18,7	- 26
Ensilages de graminées et de prairie naturelle	Directs	64	+ 3,2	+ 0,4	- 1,1	- 4,4	- 21
	Directs + AF (3)	96	+ 2,4	+ 0,2	+ 0,4	- 1,1	- 17
	Directs + AF + F(3)	24	+ 2,5	+ 0,3	- 2,2	- 4,3	- 23
	Préfanés (30 - 35 % MS)	10	+ 0,9	- 0,3	- 3,1	- 5,6	- 30
Ensilages de luzerne	Directs	11	+ 3,1	- 0,6	- 1,4	- 3,6	- 13
	Directs + AF(3)	19	+ 1,9	- 0,7	- 1,5	- 3,5	- 14
Ensilages de maïs	Sans urée	10	+ 2,0	- 0,3	+ 1,3	- 1,2	- 5
	Avec urée	6	+ 0,13	+ 3,7	+ 3,9	+ 1,4	- 2

(1) Calculés en unités fourragères lait (INRA, 1978) en supposant que la conservation ne modifie pas la teneur en énergie brute.

(2) Déshydratation à basse température (125 - 150°C)

(3) AF = acide formique ; F = formol.

Valeur nutritive et valeur de production des fourrages conservés

La valeur énergétique, la valeur azotée et l'ingestibilité des fourrages conservés sont déterminées avant tout par celles du fourrage vert lors de sa récolte, puis par les modifications - presque exclusivement des diminutions - liées aux techniques de récolte et de conservation. Les pertes résultant de la respiration, de la chute de feuilles et du lessivage par la pluie pendant le séchage sur le champ, puis de l'oxydation, des fermentations et de l'écoulement des jus dans le silo, portent toutes sur les constituants les plus digestibles du contenu cellulaire, en particulier sur les glucides et les matières azotées solubles. Ces pertes, associées à une augmentation corrélative de la proportion des parois cellulaires, entraînent une diminution de la digestibilité de la matière organique et des matières azotées et aussi généralement une diminution de l'ingestibilité par suite du ralentissement de la vitesse de réduction du fourrage en fines particules dans le rumen. Par ailleurs, les changements dans la structure physique (hachage,...), dans l'humidité et la composition chimique (modification des formes azotées, présence des produits de la fermentation...) peuvent affecter la digestion et l'ingestion des fourrages conservés par comparaison au fourrage vert initial.

I. Modifications de la composition, de la valeur énergétique et de la valeur azotée par rapport aux fourrages verts

1. Digestibilité et utilisation de l'énergie

Les modifications de la digestibilité de la matière organique qui ont lieu durant la récolte et la conservation sont bien connues et extrêmement variables, comme le montrent les résultats de l'I.N.R.A. rapportés dans le tableau 2.

L'importance de la diminution de la digestibilité de la M.O. du foin par rapport au fourrage vert est très étroitement liée aux pertes durant la dessiccation (SHEPPERSON, 1960 ; DEMARQUILLY et JARRIGE, 1969) (tabl. 2). Elle est minimale (0,04, soit 6 p.100) pour les foins ventilés et les foins de graminées rapidement séchés sur le champ. Cette diminution s'accroît rapidement avec la longueur de la période de dessiccation et avec la quantité de pluie reçue. Elle est plus élevée pour les légumineuses, en particulier pour les trèfles, que pour les graminées et s'accroît lorsque le fourrage est récolté plus précocement.

La digestibilité de la M.O. des fourrages ensilés dans de bonnes conditions, en silo dont l'herméticité est correcte, est généralement très proche de celle des fourrages verts lors de la

fauche (HARRIS et RAYMOND, 1963 ; DEMARQUILLY, 1973) lorsque leur teneur en matière sèche est mesurée correctement. Il en est de même pour le maïs-fourrage (ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1974). L'accroissement de la teneur des constituants pariétaux est compensé en partie par une légère augmentation de leur digestibilité (DEMARQUILLY, 1973) due à des modifications liées à l'acidification et à l'activité microbienne (MORRISON, 1979). Cependant, la digestibilité de la M.O. des ensilages est légèrement réduite par le préfanage, par l'addition de conservateurs à base de formol et par les pertes de jus importantes subies par les fourrages très humides (tabl. 2).

La déshydratation artificielle réduit les pertes à leur minimum. Si celle-ci est effectuée dans de bonnes conditions, sans excès de dessiccation, elle réduit légèrement la digestibilité des légumineuses mais pas celle des graminées, que ce soit dans les déshydrateurs à haute température (HENKE et LAUBE, 1968 ; PRYM et WEISSBACH, 1977) ou dans ceux à basse température (DEMARQUILLY, 1970).

La teneur en énergie brute de la matière sèche des fourrages n'est pas modifiée par la déshydratation, mais elle est nettement augmentée par l'ensilage (ALDERMAN *et al.*, 1971) grâce à la concentration en énergie qui s'opère dans certains produits de la fermentation (acide butyrique, alcools) malgré les pertes gazeuses (Mc DONALD *et al.*, 1973).

Cet accroissement varie de 3 à 10 p.100, étant plus élevé dans les ensilages directs riches en acide lactique (jusqu'à 9 p.100) que dans les ensilages préfanés (3-4 p.100) (VAN DER HONING *et al.*, 1973 ; Mc DONALD et EDWARDS, 1976). La méthode de conservation semble ne pas avoir de conséquence sur les pertes d'énergie sous forme de méthane et sur le rapport énergie métabolisable/énergie digestible ; elle n'en aurait pas non plus sur le rendement de l'utilisation de l'énergie métabolisable (voir Mc DONALD et EDWARDS, 1976 et GREENHALGH et WAINMANN, 1980) malgré quelques modifications dans la composition de la matière organique digestible et dans l'orientation des fermentations dans le rumen.

2. Utilisation de l'azote

Les remaniements des constituants azotés dans les fourrages conservés influencent très nettement leur dégradation et la synthèse protéique microbienne dans le rumen et, en conséquence, la quantité d'acides aminés absorbés dans l'intestin grêle (voir les revues récentes de BEEVER, 1980 et de THOMSON et BEEVER, 1980).

Par suite de l'hydrolyse des protéines du fourrage, en particulier des protéines chloroplastiques, par des protéases végétales (BOUSSET *et al.*, 1972) qui continue jusqu'à ce que le pH soit descendu à 4, de désaminations et de décarboxylations partielles pendant les fermentations, les ensilages contiennent une proportion élevée, mais variable, d'azote non protéique : acides aminés libres, peptides et ammoniac... Par comparaison au fourrage vert, cette redistribution de l'azote dans les ensilages directs sans conservateur a pour conséquence :

1. une solubilisation plus rapide des constituants azotés dans le rumen ;
2. une teneur plus élevée en ammoniac dans le jus de rumen et en urée dans le plasma sanguin ;
3. une diminution du flux de protéines sortant du rumen et par suite, de la quantité d'acides aminés absorbée dans l'intestin grêle ;
4. des pertes accrues d'azote dans l'urine et une plus faible rétention azotée (CONRAD *et al.*, 1961).

En réduisant la dégradation des acides aminés par les ferments butyriques protéolytiques dans le silo, l'addition de conservateurs efficaces tels que l'acide formique, le formol, ou les deux ensembles, limite la dégradation de l'azote de l'ensilage (55-70 p.100 et 30-50 p.100 respectivement). Elle accroît la quantité d'acides aminés absorbés dans l'intestin grêle (SIDDON *et al.*, 1979), donc la quantité d'azote retenue (WALDO et TYRRELL, 1980) et le gain de poids des animaux en croissance, plus particulièrement lorsque les quantités d'ensilage ingérées s'accroissent simultanément (voir plus loin). Le préfanage a eu les mêmes effets bénéfiques dans un essai de DURAND *et al.* (1968) sur la luzerne, mais non dans un essai de THOMSON et BEEVER (1980) sur des graminées.

Le rendement de la synthèse protéique microbienne dans le rumen semble être plus faible avec les ensilages qu'avec les fourrages verts et les fourrages déshydratés (voir BEEVER, 1980 et THOMAS *et al.*, 1980). Cela pourrait être dû, au moins en partie, au fait que les acides gras volatils et l'acide lactique ne peuvent être que très peu utilisés comme source d'énergie par les microbes dans les conditions d'anaérobiose du rumen.

Pour 87 ensilages d'herbe bien conservés, étudiés à Theix par Elisabeth GRENET, la rétention azotée chez des moutons en croissance a été positivement corrélée avec la teneur en glucides solubles ($r = 0,50$) et la digestibilité de la M.O. ($r = 0,32$) et négativement corrélée avec les teneurs en produits de la fermentation : N ammoniacal en p.100 du N total ($- 0,43$), acide lactique ($- 0,31$) et propionique ($- 0,33$). Elle a été corrélée positivement avec la quantité ingérée d'azote insoluble (0,72), d'azote total (0,65) et de M.O. digestible (0,32) ; les mêmes tendances ont été observées pour 21 ensilages de luzerne. Des résultats identiques ont été rapportés par BARRY *et al.* (1978b) qui indiquent une baisse de la rétention d'azote par l'agneau de 0,3 g/jour lorsque la proportion d'azote ammoniacal (en p.100 de N total) s'accroît de 1 p.100 dans des ensilages de luzerne.

En plus de la réduction de la digestibilité apparente de l'azote liée à celle de la teneur en azote, la fenaison entraîne une baisse légère de la solubilité de l'azote et de sa dégradation dans le rumen, ce qui est corroboré par la concentration en NH_3 du jus de rumen. La proportion de l'azote ingéré qui est retenue par des moutons en croissance avec des foin bien conservés est comparable à celle observée avec les fourrages verts initiaux (E. GRENET et DEMARQUILLY, 1981).

En dépit d'une digestibilité de l'azote plus faible, les fourrages déshydratés dans de bonnes conditions apportent plus d'acides aminés absorbables dans l'intestin grêle que le fourrage vert initial (BEEVER *et al.*, 1976).

Cette amélioration est due d'abord à une quantité accrue de protéines alimentaires échappant à la dégradation dans le rumen et aussi à un rendement plus élevé de la synthèse des protéines microbiennes. A l'opposé, un séchage excessif décroît notablement la digestibilité de l'azote et de la matière organique ainsi que la fourniture d'acides aminés et la rétention azotée.

II. Ingestion et valeur de production

La valeur des fourrages pour la production animale est déterminée fondamentalement par la quantité de matière organique digestible ingérée lorsqu'ils sont offerts à volonté. L'ingestibilité et la digestibilité sont simultanément diminuées par l'augmentation de la proportion de constituants pariétaux lorsque la plante vieillit (voir JARRIGE *et al.*, 1974) ou à la suite d'une perte partielle du contenu cellulaire pendant la fenaison (tabl. 2). Le potentiel élevé des foin coupés précocement pour la production laitière a été clairement démontré à l'Université Cornell (U.S.A.) dans les années 1950 (TRIMBERGER *et al.*, 1955) ; il a été confirmé dans de nombreuses expériences par la suite (BERTILSSON *et al.*, 1980a). Le potentiel élevé des ensilages récoltés précocement a été lui aussi montré à la fin des années 1950, particulièrement en Norvège pour les vaches laitières (BREIREM *et al.*, 1959) et en Irlande pour les bovins à l'engrais (MORRISON, 1960). Cependant, l'ingestibilité des ensilages directs était variable, imprévisible, souvent faible et inférieure à celle du foin préparé à partir de la même prairie (MOORE *et al.*, 1960 ; MERRILL et SLACK, 1965). La plupart de ces difficultés ont été, depuis, expliquées et résolues (voir les revues de WILKINS, 1975 ; WALDO, 1977 et 1978 ; DEMARQUILLY et DULPHY, 1977 ; DULPHY, 1980 ; EKERN et MO, 1980).

1. Effet de la finesse de hachage sur l'ingestion des ensilages

L'introduction et l'expansion des ensileuses depuis 1955 a permis de profiter des effets bénéfiques du hachage et de la lacération de l'herbe sur la qualité de conservation qui avaient été montrés antérieurement (WOODWARD et SHEPERD, 1938 ; MARTIN et BUYASSE, 1953 ; MURDOCH *et al.*, 1955) et d'accroître les quantités d'ensilages ingérées par comparaison aux ensilages à brins longs (voir la revue de MARSH, 1978).

La longueur moyenne des brins dépasse 12-15 cm avec les ensileuses à fléaux et peut être ajustée entre 0,3 et 7 cm avec les ensileuses à tambour-hacheur. Dans 20 comparaisons faites à Theix (DULPHY et DEMARQUILLY, 1972-1973...) les moutons ont ingéré plus de matière sèche avec les ensilages finement hachés qu'avec les ensilages à brins longs préparés à partir du même fourrage sur pied : + 12,8 g/kg P_{0,75} (+ 41 p.100) pour 3 graminées ensilées dans conservateur, 20,2 g (+ 64 p.100) pour 12 graminées ensilées avec conservateur et 13,0 g (+ 31 p.100) pour 5 ensilages de légumineuses avec conservateur. Des augmentations encore plus élevées (26,4 g ou 48 p.100) ont même été rapportées dans 5 comparaisons sur luzerne par BARRY *et al.* (1978 a).

Cette augmentation de l'ingestibilité résulte à la fois de l'amélioration de la qualité de fermentation (d'autant plus que

les ensilages récoltés avec une machine à fléaux peuvent être contaminés par de la terre dont la présence entraîne des fermentations butyriques) et de la réduction de la taille des particules de fourrage en elle-même, ce qui est montré par une élévation des quantités ingérées lorsqu'on hache, juste avant la distribution, les ensilages récoltés avec une machine à fléaux (DULPHY et DEMARQUILLY, 1973 ; DULPHY *et al.*, 1975). Cet effet dépressif des longs brins d'ensilage sur l'ingestion est associé à une réduction de la vitesse d'ingestion et de l'efficacité de la rumination (DULPHY, 1972). La durée de rumination est réduite à la fois par l'augmentation du temps de latence entre la fin des repas et le début de la rumination et par l'existence de nombreux cycles de pseudo-rumination. Ceci entraîne une durée de rétention plus longue de l'ensilage dans le rumen bien que le contenu de ce dernier soit faible (DULPHY *et al.*, 1975). DESWYSEN (1980) a confirmé ces résultats et suggéré en plus, après des examens radiographiques, que les perturbations de la rumination résultaient d'un allongement de la durée du reflux des petites particules du sac ventral vers le sac cranial du rumen, associé à la présence de longues particules enchevêtrées (DESWYSEN et EHRLEIN, 1979).

Les bovins sont également sensibles à la finesse de hachage, mais dans une moindre mesure. Dans 8 comparaisons faites à Theix (DULPHY et MICHALET, 1975 et résultats non publiés) les quantités ingérées d'ensilage à brins courts ont été supérieures de 11,5 g/kg P_{0,75} à celles d'ensilage à brins longs (soit + 16 p.100), c'est-à-dire environ + 1 kg de MS pour des génisses âgées de 1 an au lieu de 17,6 g pour les moutons (+ 55 p.100). DESWYSEN (1980) a confirmé la plus faible sensibilité des bovins aux ensilages à brins longs et l'a attribuée à des différences anatomiques et fonctionnelles qui facilitent à la fois le reflux des particules vers le sac cranial et leur passage à travers l'orifice réticulo-omasal.

Dans le petit nombre d'essais disponibles, on a toujours observé une augmentation de la production en réponse à une plus grande finesse de hachage. Par exemple, dans 6 essais conduits dans différents pays (DULPHY et DEMARQUILLY, 1975 b ; De BRABANDER *et al.*, 1978 ; CASTLE *et al.*, 1979 ; WEISS *et al.*, 1979), les augmentations moyennes ont été de 0,93 kg de MS d'ensilage ingéré (+ 10 p.100), 0,73 kg de lait (5,5 p.100) et 110 g de gain de poids supplémentaire par jour pour des vaches laitières, ce en présence d'aliment concentré. La réponse des animaux est directement reliée à l'augmentation des quantités d'ensilage ingérées. Le hachage fin ne modifie pas l'efficacité de l'utilisation de l'ensilage ou l'accroît légèrement, comme on l'a observé chez des bovins en croissance (DULPHY et DEMARQUILLY, 1975 a).

Des finesses de hachage intermédiaires (3-10 cm) sont réalisées avec les machines à double-coupe. D'après les premières comparaisons avec des machines à tambour-hacheur, les quantités d'ensilage ingérées par les bovins seraient alors intermédiaires entre celles observées pour les brins courts et pour les brins longs. Ceci est en accord avec les résultats obtenus avec une ensileuse d'un type ancien hachant en brins moyens (DULPHY *et al.*, 1975) ou en faisant varier la longueur des brins avec une machine à tambour-hacheur (CASTLE *et al.*, 1979).

2. Effets des conservateurs et du préfanage

Parmi les nombreux conservateurs - stimulants ou inhibiteurs - qui ont été étudiés (revue de THOMAS, 1978) l'acide formique a été de loin le plus largement utilisé. Son addition accroît les quantités d'ensilages ingérées de façon plus importante chez les bovins que les moutons (tabl. 2).

En partant de la compilation de WALDO (1977-1978), l'ensemble des résultats disponibles sur les bovins a été rassemblé dans les figures 1 et 2. En moyenne, l'accroissement des quantités d'ensilage ingérées (en kg de matière sèche par 100 kg de poids vif) et des gains de poids (en g/jour) des animaux en croissance, par rapport aux ensilages directs non traités (fig. 1), a été respectivement de 0,15 kg (8,5 p.100) et 198 g (38 p.100) dans 19 comparaisons avec des graminées distribuées sans concentré (maximum de 6 p.100) et de 0,11 kg (7,5 p.100) et 126 g (17 p.100) dans 7 comparaisons avec des graminées distribuées avec concentré. L'amélioration est plus élevée pour les légumineuses : 0,30 kg (13,5 p.100) et 349 g (65 p.100) sans concentré et 0,17 kg (11 p.100) et 230 g (24 p.100) avec concentré, mais pour un plus petit nombre de comparaisons (3 et 2 respectivement).

Chez les vaches laitières recevant un aliment concentré, les réponses moyennes à l'addition d'acide formique (fig. 2) ont été de 0,9 kg (12 p.100) de matière sèche d'ensilage ingérée, 0,9 kg de lait (5 p.100) et 115 g de gain de poids journalier pour les ensilages directs. Elles ont été plus faibles pour les ensilages préfanés : 0,7 kg (8 p.100) de matière sèche d'ensilage, 0,4 kg de lait (2 p.100) et - 54 g de gain de poids. L'accroissement d'ingestion ne paraît pas dépendre de l'ingestibilité de l'ensilage non traité. La réponse de production à l'augmentation de la quantité d'ensilage ingéré implique une légère amélioration de la valeur nutritive des ensilages d'herbe par le traitement à l'acide formique.

L'addition de formol à l'acide formique conduit à des augmentations comparables des quantités d'ensilage ingérées et des gains de poids chez des bovins en croissance : 0,19 kg de MS/100 kg de poids vif (9,5 p.100) et 252 g/jour (50 p.100) dans 3 comparaisons sans aliment concentré et 0,07 kg (7,5 p.100) et 76 g (9 p.100) dans 3 comparaisons avec un aliment concentré. Le mélange formol-acide sulfurique serait un peu moins efficace selon BARRY (1975) ; cependant, à la Station de Jealott's Hill le gain de poids des bovins est passé de 570 g à 810 g/jour (+ 42 p.100) dans 12 comparaisons, pour une augmentation des quantités d'ensilage ingérées d'environ 10 p.100 (OWEN et BLAIR, 1977).

L'addition de conservateurs efficaces semble accroître les quantités d'ensilage ingérées en réduisant la production d'acides dans l'ensilage et la dégradation des acides aminés par les Clostridies protéolytiques et donc, en accroissant la fourniture d'acides aminés dans l'intestin grêle. On a observé des corrélations négatives entre les quantités ingérées et les teneurs des ensilages en acide acétique ou en acides gras volatils totaux, et aussi en azote ammoniacal (p.100 de N total) (WILKINS *et al.*, 1971 ; DEMARQUILLY, 1973). En plus de ces produits, la présence d'autres inhibiteurs chimiques de l'ingestion et de la motricité du rumen a été montrée dans le jus d'ensilages de luzerne (CLANCY *et al.*, 1977).

En accord avec les travaux anciens effectués aux U.S.A. (voir la revue de MERRILL et SLACK, 1965) et aussi en Europe, de nombreuses études ont montré que l'augmentation de la teneur en matière sèche par le préfanage du fourrage avant la mise en silo, améliore la qualité de conservation et l'ingestibilité des ensilages. Elles ont été rassemblées par MARSH (1979) et WILKINS (1980). A partir des résultats présentés dans les figures 3 et 4, on peut calculer que l'augmentation de la quantité ingérée pour un accroissement du taux de MS de 1 p.100 jusqu'à 30-35 p.100 est d'environ 0,05 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif (2,8 p.100) et 0,02 kg (1,6 p.100) pour des bovins en croissance, respectivement sans ou avec concentré et de 0,13 kg pour les vaches laitières. La réponse au préfanage est maximale quand des fourrages humides sont ensilés avec une machine à fléaux et sans conservateur. Dans tous les cas, l'augmentation des quantités ingérées se poursuit au-delà de 30-35 p.100 de MS, mais à un rythme plus lent. Par ailleurs, le taux de substitution du concentré au fourrage est plus élevé avec les ensilages préfanés qu'avec ceux récoltés en coupe directe.

L'augmentation de production associée à l'augmentation d'ingestion due au préfanage est en général faible, en particulier en comparaison avec des ensilages directs traités avec un conservateur. En moyenne, elle a été de 110 g et 20 g de gain de poids journalier pour des bovins en croissance respectivement sans concentré (29 essais) ou avec concentré (14 essais) et de 0,1 kg de lait et 210 g de gain de poids journalier pour des vaches laitières (39 essais) dans les expériences rassemblées par WILKINS (1980) ; les augmentations correspondantes des quantités d'ensilage ingérées ont été de 20, 22 et 12 p.100. Cette faible efficacité de l'utilisation de la MS des ensilages préfanés n'est pas entièrement expliquée par la réduction de la teneur en énergie brute et de la digestibilité, d'environ 0,02 (voir plus loin).

3. Complémentation azotée des ensilages

L'importante dégradation des acides aminés par les Clostridies est une cause majeure de la mauvaise ingestibilité des ensilages directs à faible teneur en MS qui sont préparés avec une machine à fléaux et sans conservateur. Comme celle des fourrages secs pauvres en azote (EGAN et MOIR, 1965), l'ingestion de ces ensilages mal conservés peut être accrue par l'infusion de caséine ou de méthionine dans la caillette (ROGERS *et al.*, 1979) ou par des injections intrapéritonéales de méthionine (BARRY, 1978 ; LANCASTER, 1976), alors qu'une telle réponse n'est pas observée pour les ensilages finement hachés (HUTCHINSON *et al.*, 1971 ; BARRY *et al.*, 1978). Un apport accru d'acides aminés dans l'intestin améliorant l'"état azoté" et l'appétit des animaux explique, au moins partiellement, l'accroissement (5-10 p.100) des quantités d'ensilage ingérées qui ont été obtenues par :

- a) la prévention de la dégradation des acides aminés par les Clostridies par l'addition d'un conservateur ou par le préfanage ;
- b) l'augmentation du taux de matière azotée des concentrés destinés aux vaches laitières en remplaçant une partie de l'orge de ces derniers par un tourteau d'arachide ou de soja (MURDOCH, 1963 ; CASTLE et WATSON, 1969 ; GORDON, 1979).

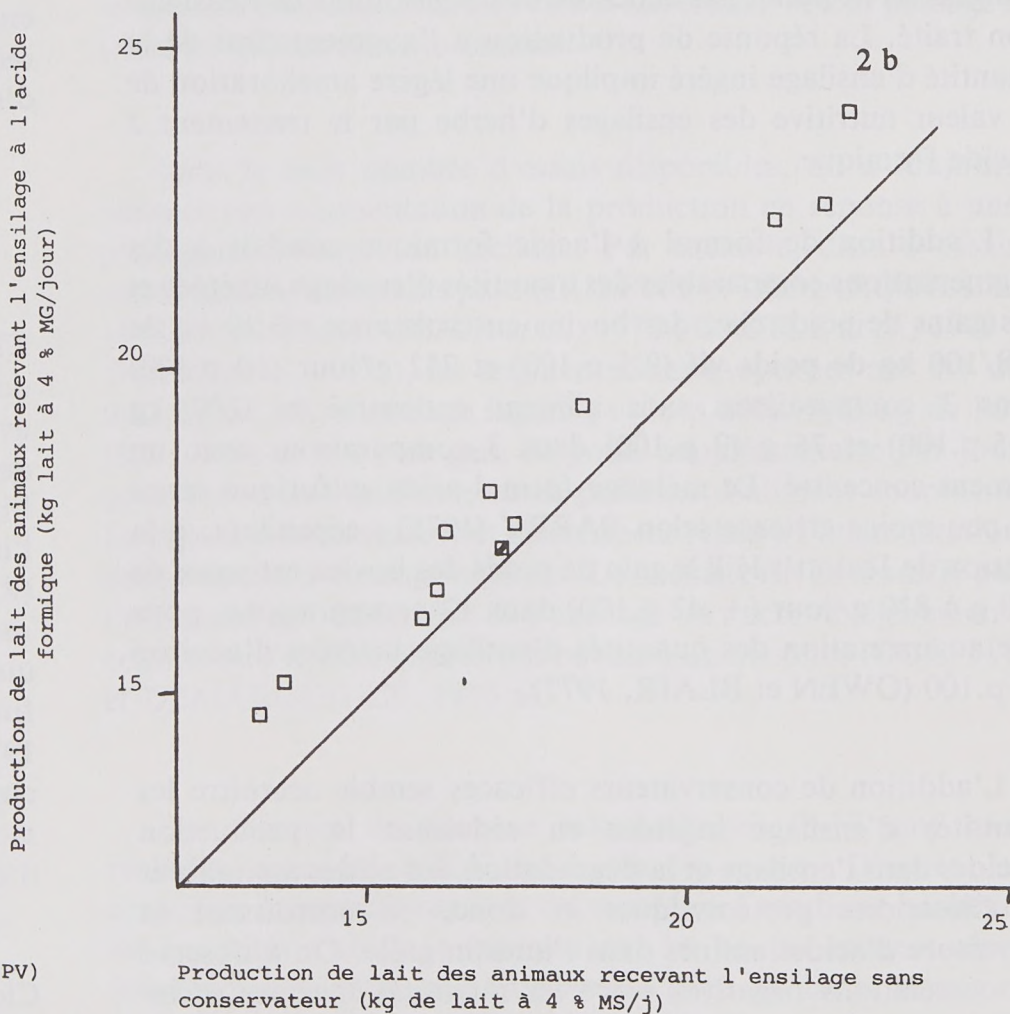
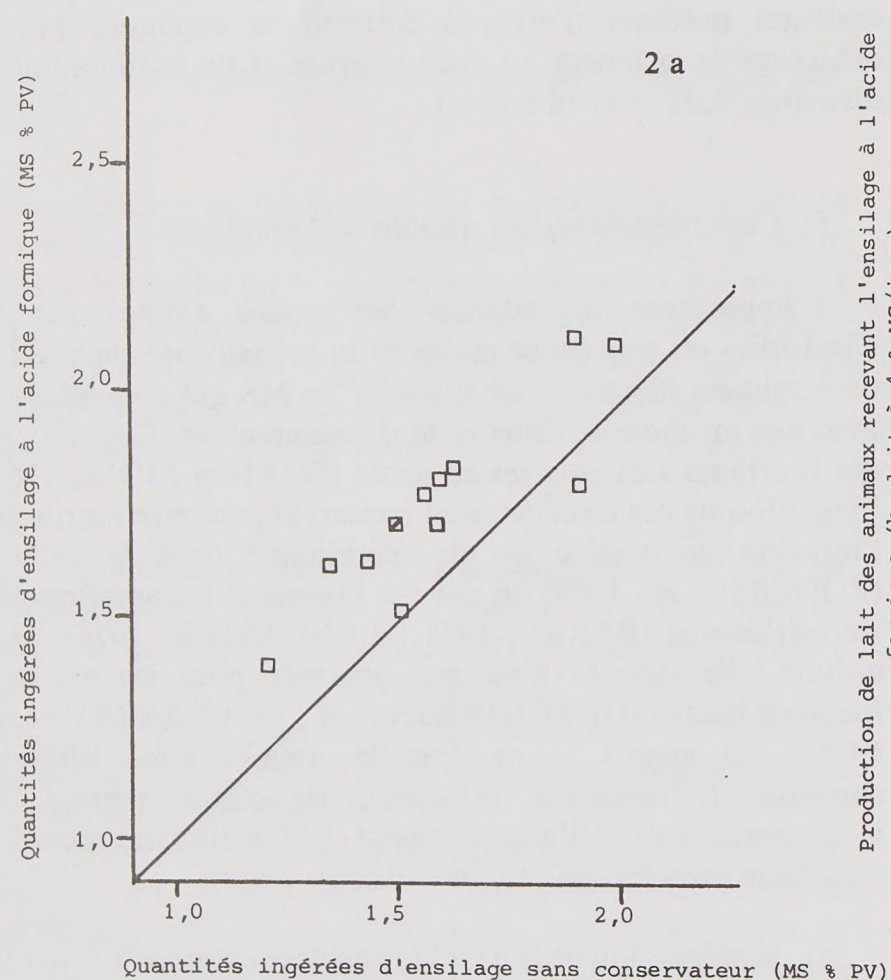
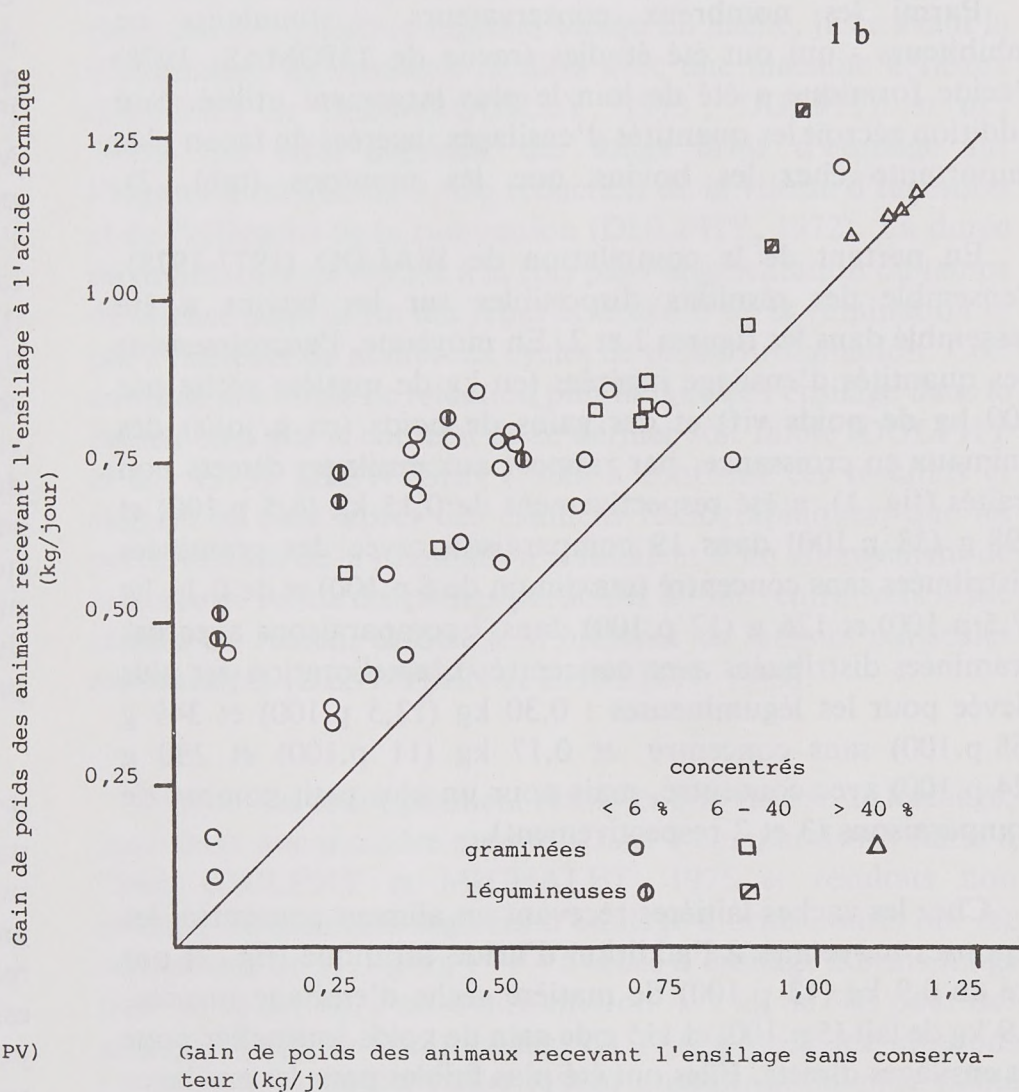
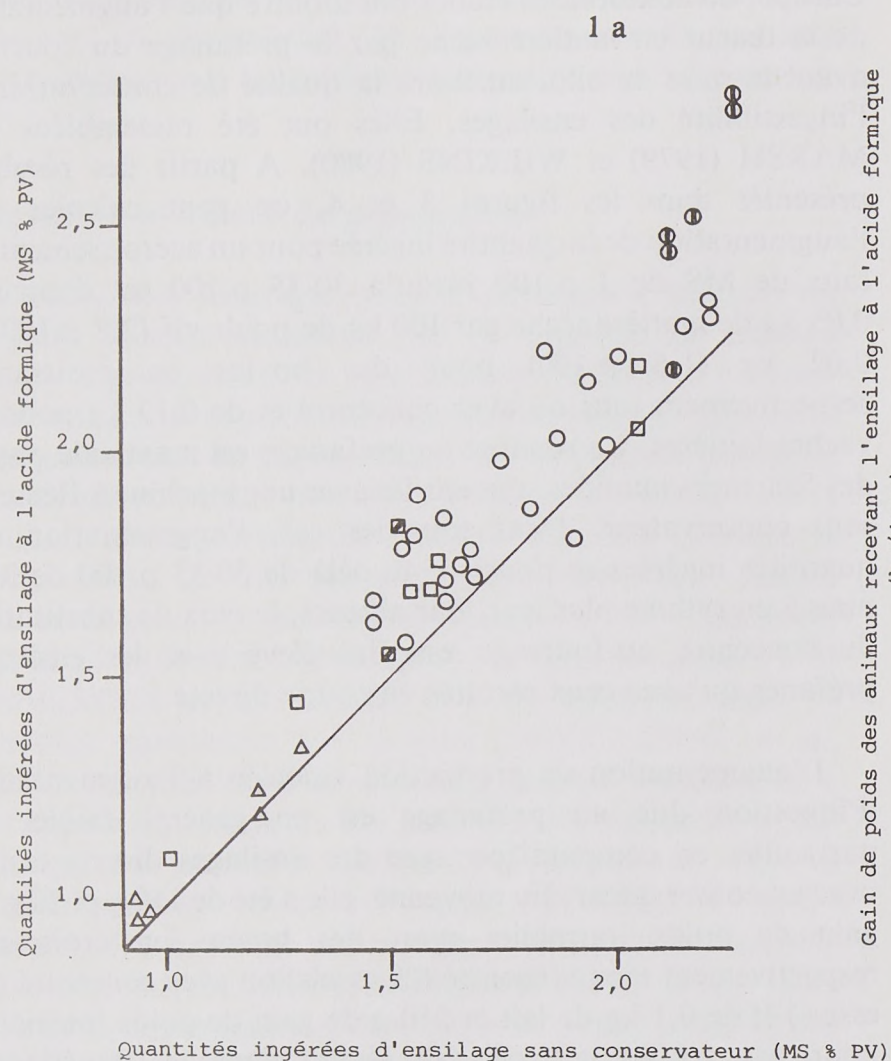


FIG. 1 et 2 : Effet de l'addition d'acide formique à l'ensilage sur les quantités d'ensilage ingérées à volonté par des animaux en croissance ou à l'engrais (>200 kg) (fig. 1)* et des vaches laitières (fig. 2) et sur leurs performances.

* Synthèse effectuée par C. MALTERRE et D. MICOL

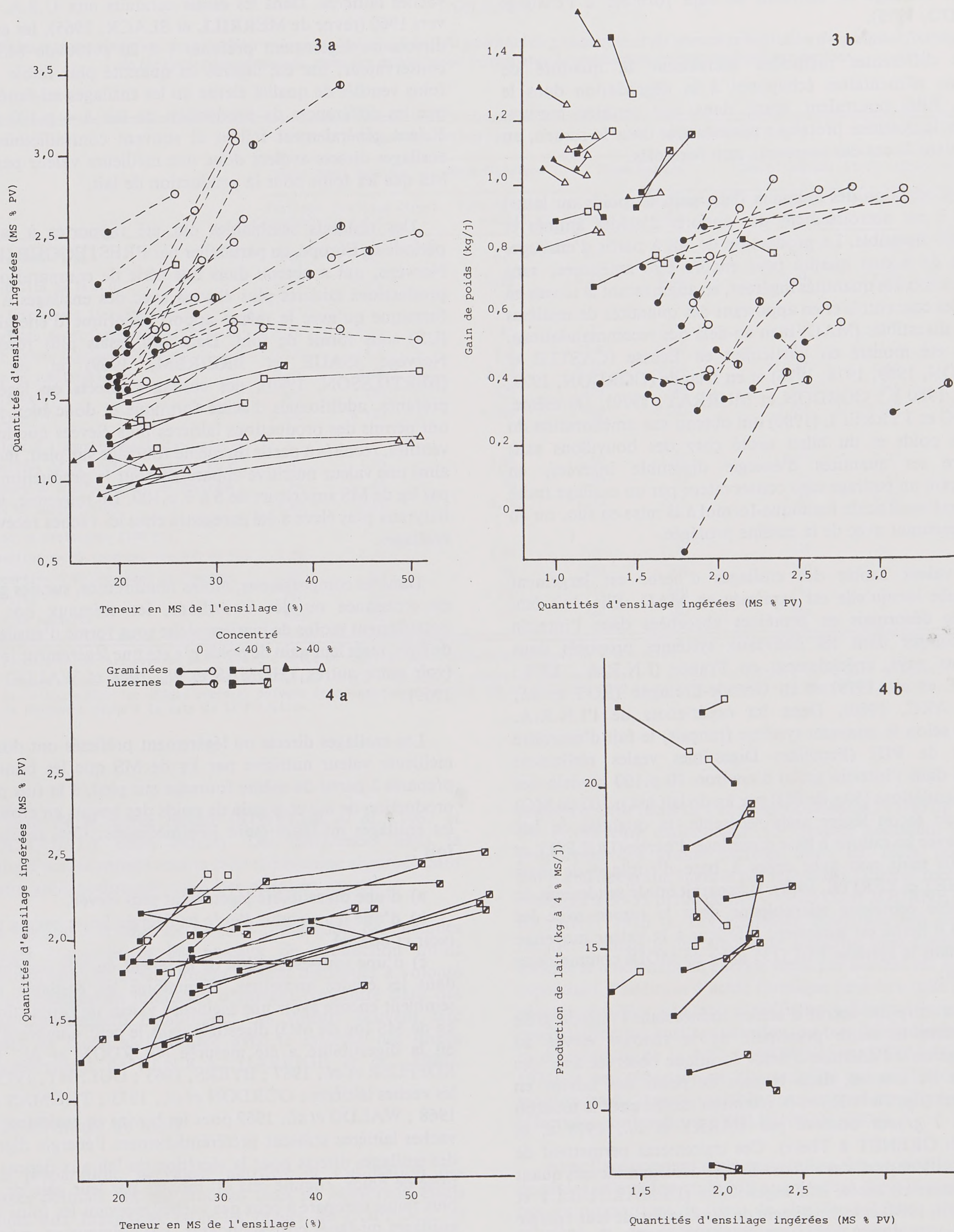


FIG. 3 et 4 : Effet du préfanage du fourrage sur les quantités ingérées par des bovins en croissance ou à l'engrais (> 200 kg) (fig. 3)* et des vaches laitières (fig. 4) et sur leur performances.
* Synthèse effectuée par C. MALTERRE et D. MICOL

c) le mélange de tourteau de soja formolé à l'ensilage (WALDO, 1975).

Ces différentes méthodes accroissent la quantité de protéines alimentaires échappant à la dégradation dans le rumen. Elles pourraient aussi, dans une certaine mesure, stimuler la synthèse protéique microbienne dans le rumen, au moins dans le cas des tourteaux non formolés.

La production des animaux (lait, gain de poids ou laine) répond à cet accroissement des apports d'acides aminés et d'énergie digestible. La production de lait à partir d'ensilages d'herbe de bonne qualité peut encore être améliorée, sans modification des quantités ingérées, en augmentant la teneur en MAT des concentrés et en apportant des quantités de matières azotées digestibles (MAD) bien au-delà des recommandations. Cela a été montré en particulier en Ecosse (CASTLE et WATSON, 1969, 1974, 1976) et en Irlande (GORDON, 1979, 1980 a, 1980 b ; GORDON et MURRAY, 1979). De même, WALDO et TYRRELL (1980) ont obtenu une amélioration du gain de poids et du bilan azoté chez des bouvillons sans accroître les quantités d'énergie digestible ingérées, en remplaçant un ensilage sans conservateur par un ensilage traité par un mélange acide formique-formol à la mise en silo, ou en complétant avec de la caséine protégée.

La valeur azotée des ensilages d'herbe est largement surévaluée lorsqu'elle est exprimée en MAD. Elle doit être exprimée désormais en protéines absorbées dans l'intestin grêle, comme dans les nouveaux systèmes proposés dans différents pays, spécialement en France (I.N.R.A., 1978 ; VERITE *et al.*, 1979) et en Grande-Bretagne (ROY *et al.*, 1977 ; ARC, 1980). Dans les expériences de l'I.N.R.A. conçues selon le nouveau système français, le fait d'accroître l'apport de PDI (Protéines Digestibles vraies réellement digérées dans l'intestin grêle) d'environ 10 p.100 au-delà des recommandations (50 g de PDI par kg de lait à 4 p.100 de MG) accroît de façon légère mais répétable, la quantité de lait produit avec les rations à base d'ensilage d'herbe (DULPHY *et al.*, 1980) mais non avec celles à base d'ensilage de maïs (JOURNET et VERITE, 1977). Il apparaît que le rendement de la synthèse protéique microbienne dans le rumen avec les ensilages d'herbe est nettement inférieur à la valeur moyenne choisie dans le système PDI (135 g/kg de MOD) comme dans les autres.

Une absorption accrue d'acides aminés dans l'intestin grêle semble être la cause principale de la réponse élevée au préfanage ou à l'addition d'acide formique observée avec des ensilages de luzerne, dans le gain de poids des bovins en croissance (fig. 1b et 3b) et la rétention azotée chez le mouton (jusqu'à 7 g/jour observé par BARRY *et al.*, 1978 a, et Elisabeth GRENET à Theix). Ces traitements permettent de tirer le meilleur parti des valeurs élevées des légumineuses quant à leur teneur en azote, leur ingestibilité (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1974) et le rendement de l'utilisation de leur énergie digestible (ULYATT, 1971 ; THOMSON, 1977).

4. Comparaison entre ensilages et foin préparés simultanément à partir du même fourrage vert

L'ensilage et le foin préparés à partir de la même prairie ont été comparés dans de nombreux essais d'alimentation sur les

vaches laitières. Dans les essais conduits aux U.S.A. jusque vers 1960 (revue de MERRILL et SLACK, 1965), les ensilages directs ou légèrement préfanés (< 20 p.100 de MS), sans conservateur, ont été ingérés en quantité plus faible que les foin ventilés de qualité élevée ou les ensilages mi-fanés, alors que les différences de production de lait à 4 p.100 de MG étaient généralement faibles et souvent contradictoires. Ces ensilages directs avaient donc une meilleure valeur par kg de MS que les foin pour la production de lait.

Des résultats semblables ont été rapportés à la même période en Europe, en particulier par PRESTEGGHE (1959) en Norvège, qui a obtenu dans une série de comparaisons, des productions laitières plus élevées avec des ensilages à l'acide formique qu'avec le même apport théorique d'énergie nette (UF) sous forme de foin. Dans des essais plus récents, en Norvège (SAUE et BREIREM, 1969) et en Suède (BERTILSSON, 1980), des ensilages directs ou légèrement préfanés, additionnés d'acide formique et donc bien ingérés, ont permis des productions laitières plus élevées que les foin ventilés, récoltés à partir du même fourrage sur pied, montrant ainsi une valeur nutritive apparente pour la production de lait par kg de MS supérieure de 6 à 9 p.100. En moyenne, un taux butyreux plus élevé a été enregistré chez les vaches recevant les ensilages.

Dans les comparaisons, moins nombreuses, sur des génisses en croissance ou des bouvillons, les animaux ont ingéré notablement moins de matière sèche sous forme d'ensilage que de foin, mais leur gain de poids n'a été que légèrement inférieur (voir entre autres THOMAS *et al.*, 1968 et WALDO *et al.*, 1969).

Les ensilages directs ou légèrement préfanés ont donc une meilleure valeur nutritive par kg de MS que les bons foin préparés à partir du même fourrage sur pied, à la fois pour la production de lait et le gain de poids des bovins en croissance, les ensilages mi-fanés étant intermédiaires. Ceci résulte à la fois :

- a) d'une digestibilité légèrement plus élevée,
- b) d'une teneur plus élevée en énergie brute par kg de MS (voir ci-dessus),
- c) d'une sous-estimation de la teneur en MS des ensilages dans les études anciennes. Néanmoins les ensilages directs semblent encore avoir une meilleure valeur de production par kg de MS (ou de MO) digestible dans le petit nombre d'essais où la digestibilité a été mesurée (GORDON *et al.*, 1961 ; ROFFLER *et al.*, 1967 ; BYERS, 1965 ; DULPHY, 1973 pour les vaches laitières ; GORDON *et al.*, 1973 ; THOMAS *et al.*, 1968 ; WALDO *et al.*, 1969 pour les bovins en croissance). Les vaches laitières utilisent préférentiellement l'énergie digestible des ensilages directs pour la sécrétion du lait aux dépens de la prise de poids, comme cela est montré par leur gain de poids plus faible comparé à ceux des vaches recevant les foin ou les ensilages mi-fanés correspondants. Les animaux en croissance déposeraient plus d'azote et moins de graisses à partir de ces ensilages directs. Ces différences dans la répartition de l'énergie digestible sont à relier à des différences dans les produits terminaux de la digestion. En effet, une plus faible proportion d'acide acétique dans les AGV du rumen et une plus forte proportion d'acide butyrique et d'acides à chaîne longue ont généralement été observées avec les ensilages directs qu'avec les

TABLEAU 3

Valeurs approximatives des quantités volontairement ingérées, du potentiel de production et du taux de substitution de quelques fourrages de 1er cycle bien conservés, dans des rations pour bovins avec la production correspondante par hectare

	Graminées (ray-grass)			Légumineuses (luzerne)			Ensilage de maïs	
	Stade début épiaison		Début floraison	Stade boutons		Début floraison	Stade laitieux	Stade pâteux
	Ensilage préfané	Ensilage direct + A.F.	Foin de bonne qualité	Ensilage préfané	Ensilage direct + A.F.	Foin ventilé	25 % de M.S.	35 % de M.S.
M.S. récoltée t/ha	6,8	6,8	8,2	5,4	5,4	6,2	11	13
Digestibilité de la M.O.	0,70	0,72	0,62	0,63	0,65	0,60	0,70	0,71
Vaches laitières à 25 kg de lait :								
- quantités de MS ingérées (kg/100 kg PV)	2,25	2,15	1,85	2,35	2,20	2,15	1,95	2,45
- lait permis (kg/jour) ⁽¹⁾	13,0	14,0	6,5	11,5	12,0	8,5	11,0	18,0
- taux de substitution	0,65	0,60	0,45	0,65	0,60	0,60	0,40	0,80
- jours/ha ⁽²⁾	425	440	620	320	340	405	845	795
- lait/ha ⁽²⁾	5 500	6 150	4 050	3 700	4 100	3 450	9 300	14 300
Taurillons à l'engraissement (1250 g/j)								
- quantités de MS ingérées (kg/100 kg PV)	1,45	1,35	0,80	1,60	1,45	0,95	1,30	1,55
- proportion d'UF provenant du fourrage	65	65	30	60	60	35	65	80
- taux de substitution	0,65	0,65	0,70	0,70	0,65	0,85	0,50	0,70
Génisses en croissance (750 g/j)								
- quantités de MS ingérées (kg/100 kg PV)	2,25	2,15	1,85	2,45	2,30	2,35	-	-
- proportion d'UF provenant du fourrage	100	100	80	100	100	100	-	-
- jours/ha ⁽²⁾	840	830	1 250	615	660	745	-	-
- gain de poids/ha ⁽²⁾	630	705	315	460	560	485	-	-

(1) Production de lait permise par l'énergie nette du fourrage après déduction des besoins d'entretien

(2) Valeurs maxima par hectare (16 - 17 % de pertes - figure 10) pour le nombre de jours - animaux, la production laitière et le gain de poids. Les valeurs pour les stades précoces doivent être augmentées (environ 900 kg de lait ou 100 kg de gain de poids vif) pour les 3 semaines de repousses jusqu'à la date de la floraison.

foins issus de la même récolte (ROFFLER *et al.*, 1967 et DEMARQUILLY *entre autres*). Des différences dans la quantité d'acides aminés totaux et de méthionine absorbée dans l'intestin grêle pourraient aussi être mises en cause.

Le tableau 3 résume les niveaux d'ingestion de quelques fourrages conservés et les niveaux de production qu'ils permettent chez les bovins lorsqu'ils sont distribués à volonté avec un complément minimum d'aliment concentré dans des rations correctement équilibrées. Ces valeurs peuvent être estimées de façon satisfaisante avec le système des unités d'encombrement de l'I.N.R.A. (JARRIGE *et al.*, 1980).

5. Ensilage de maïs

La préparation, la valeur nutritive et l'utilisation des ensilages de maïs ont été étudiées dans de nombreux essais conduits aux Etats-Unis (voir les revues de COPPOCK et STONE, 1968 ; OWEN, 1967 ; GOODRICH et MEISKE, 1971...) et, plus récemment, en Europe (voir les revues de MALTERRE, 1976 ; WILKINSON, 1978 ; PHIPPS, 1978). Quelques aspects seulement de ce sujet seront donc traités ici.

Comme l'avait montré GOFFART il y a plus d'un siècle (1877), la conservation des ensilages de maïs est presque toujours bonne lorsqu'ils sont finement hachés. En plus d'un

tassement plus facile de l'ensilage (ZIMMER, 1976) un hachage fin (<0,8 cm) endommage les grains, réduisant ainsi la proportion des grains excrétés dans les fèces (moins de 5-6 p.100 des grains ingérés par les vaches laitières recevant des ensilages à 30-35 p.100 de MS - VERITE et JOURNET, 1973 ; BRYANT, 1976 -). Les ensileuses modernes ont permis de récolter le maïs à des stades de maturité plus tardifs, donc lorsque le rendement en énergie nette par hectare est maximal ; cependant, l'addition d'acide formique peut être utile pour des plantes récoltées très tard et difficiles à hacher finement. La conservation par ensilage entraîne une très faible diminution de la digestibilité de la MO (ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1974) et une réduction de l'ingestibilité qui est faible chez le mouton (tabl. 2) mais variable dans les quelques comparaisons effectuées sur bovins (cf WILKINSON, 1976).

Avec l'avancement de la maturation, les proportions d'épi, de grains, d'amidon et de MS augmentent dans la plante alors que les proportions de tiges, de glucides solubles, d'azote, de carotène et de constituants pariétaux diminuent (fig. 5) (DEMARQUILLY, 1969 ; GIARDINI *et al.*, 1976). Ces modifications changent peu la digestibilité de la MO, du moins chez le mouton (JOHNSON et Mc CLURE, 1968 ; ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1974). Elles entraînent une augmentation des quantités ingérées chez les bovins (tabl. 3) mais non chez les ovins. D'après une synthèse portant sur 19 essais, MALTERRE (1976) conclut que les quantités d'ensilage de maïs ingérées

augmentent de 0,2 kg de MS par 100 kg de PV entre 20 et 35 p.100 de teneur en MS. Un accroissement 3 fois plus important a été noté chez les vaches laitières (HUBER *et al.*, 1968 ; JOURNET *et al.*, 1973). Les quantités ingérées les plus élevées sont observées pour des ensilages ayant une teneur en MS de 35-40 p.100.

Cette réponse de l'ingestion à une plus grande maturité peut être reliée à une augmentation de la teneur en grains, à une baisse de la proportion des constituants pariétaux et à une réduction des fermentations dans le silo que traduit la diminution de la teneur en acides organiques totaux et de la dégradation des matières azotées en composés non protéiques (voir WILKINSON *et al.*, 1976). On doit aussi noter que le taux de substitution du concentré (ou du foin) à l'ensilage augmente en même temps que la teneur en MS de l'ensilage, passant de 0,3 au stade laiteux à 0,8 au stade pâteux-vitreux (VERITE *et al.*, 1979). Ceci est dû probablement à l'augmentation de l'ingestibilité de l'ensilage et aussi à sa teneur plus élevée en grains. La quantité d'aliments concentrés à distribuer, même à des vaches laitières fortes productrices, peut alors être modérée (tabl. 3).

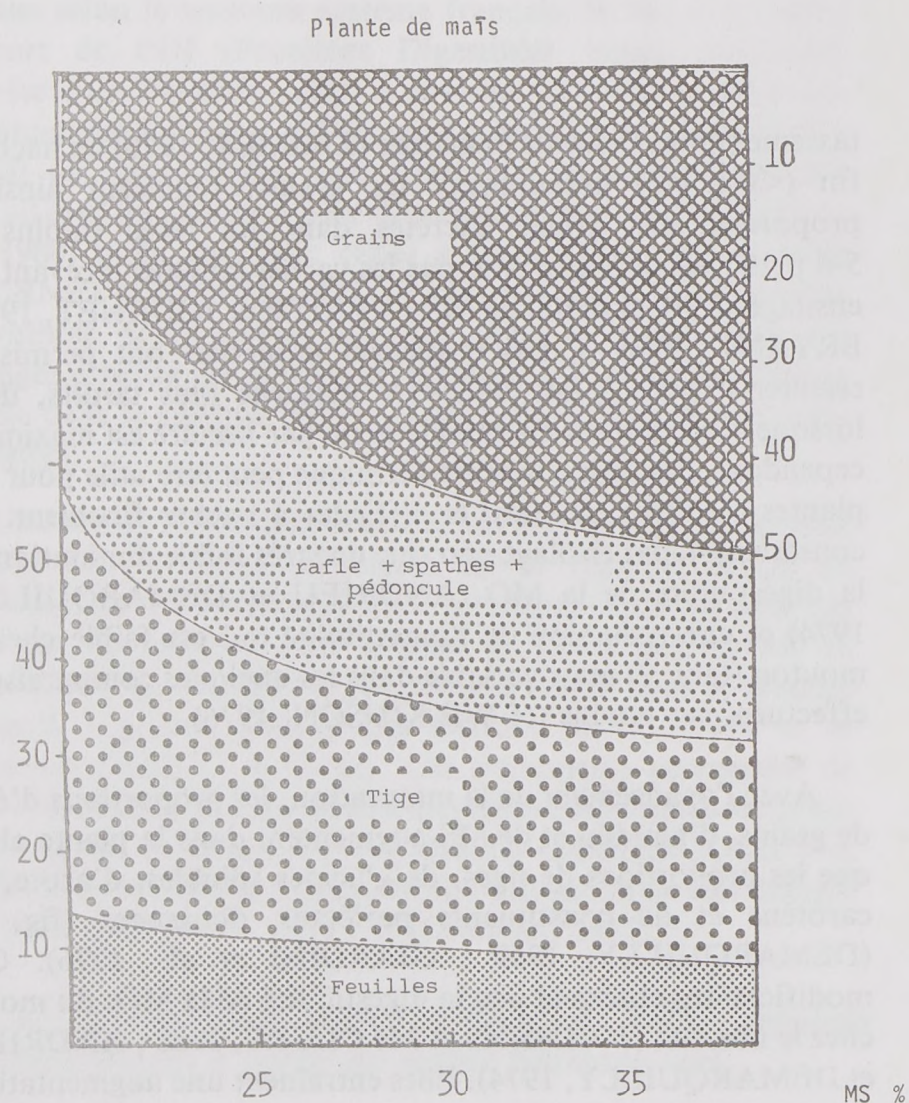
L'ensilage de maïs est pauvre en matières azotées (environ 8-8,5 p.100 en moyenne, mais jusqu'à 5 p.100 dans des conditions de végétation difficiles - ANDRIEU, 1976) et en la plupart des minéraux, en particulier Ca, P, S, Cu, Zn, Mn. Il doit donc être complété. La faible teneur en MAT limite les quantités ingérées lorsque l'ensilage est distribué seul, en limitant la croissance et l'activité de la population microbienne du rumen d'une part, l'état de nutrition azotée et l'appétit de l'animal d'autre part. L'ingestibilité des ensilages de maïs par le

mouton augmente jusqu'à une teneur en MAT de 9 à 10 p.100, en même temps que leur digestibilité (ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1974). L'addition d'azote soluble (urée, ammoniac...) au maïs lors de sa récolte ou de sa distribution, accroît la quantité ingérée (et généralement la digestibilité) chez les bovins (HUBER et THOMAS, 1971), de même que chez les ovins lorsque l'ensilage contient moins de 7 p.100 de MAT (ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1974 - tabl. 2).

Les quantités d'ensilage de maïs ingérées par les vaches laitières recevant cet ensilage dans un régime équilibré, augmentent jusqu'à ce que la teneur en MAT du régime atteigne 12,5 - 13,5 p.100 pour les vaches faibles ou moyennes productrices et 15 - 16 p.100 pour les vaches fortes productrices, en particulier au début de la lactation (cf WOHLT et CLARK, 1978 ; JOURNET et REMOND, 1981). Cela est fréquemment accompagné d'une amélioration de la digestibilité de la MO de 2-3 points et parfois plus) (WOHLT *et al.*, 1978 ; VERITE, 1979). Les compléments azotés doivent apporter à la fois des sources d'azote dégradables, d'origine naturelle ou industrielle, pour les microorganismes du rumen, et des protéines non dégradables et de bonne qualité pour améliorer l'état de nutrition azotée des vaches, surtout au début de la lactation. Leur nature et leur quantité peuvent être estimées facilement en utilisant les nouveaux systèmes d'évaluation de l'azote, tel que le système PDI.

L'incorporation intime d'urée ou d'ammoniac au maïs avant la mise en silo ou lors de sa distribution aux animaux, est un des meilleurs moyens de tirer partie de ces sources d'azote soluble, sauf lorsque la plante a une teneur en MS (ou en

5 a



5 b

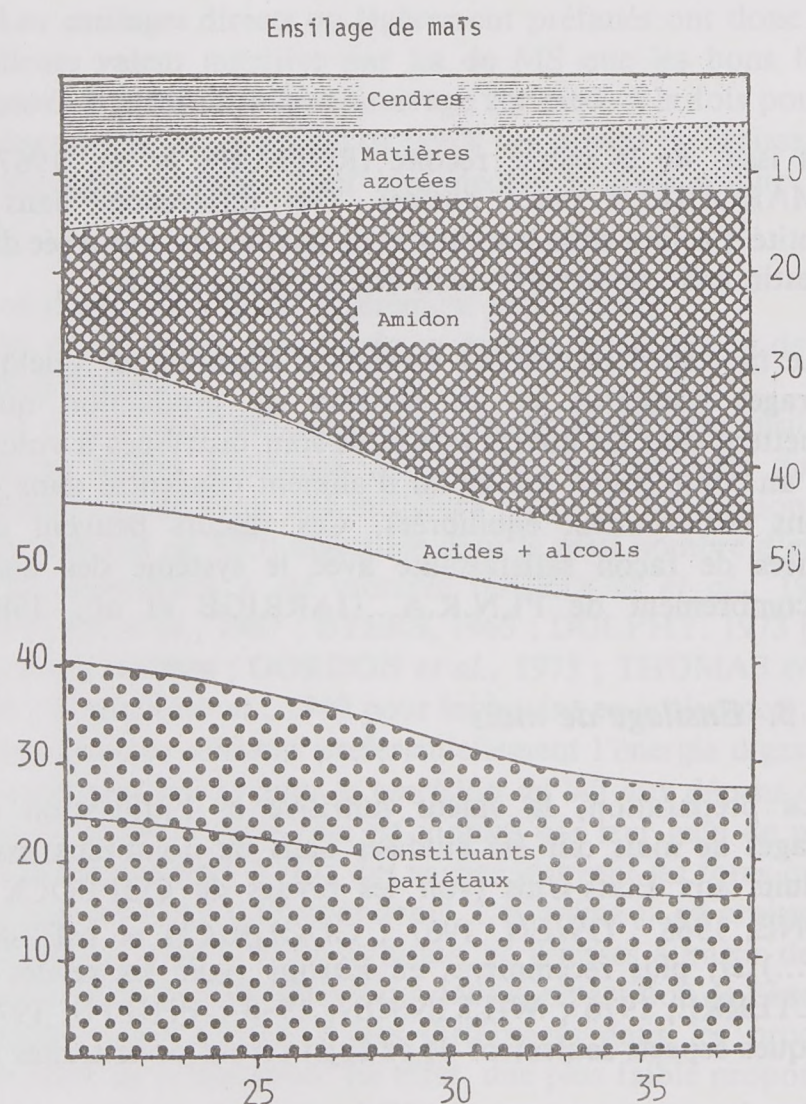


FIG. 5 : Modifications de la composition morphologique de la plante entière de maïs (5a) et composition chimique de l'ensilage de maïs (5b) au cours de la maturation (préparé par J. ANDRIEU à partir des résultats de ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1974 et ANDRIEU, 1976).

amidon) faible. L'addition d'ammoniac à la mise en silo accroît considérablement la teneur en N soluble de l'ensilage, mais aussi sa teneur en N insoluble grâce à une réduction de la dégradation des protéines du maïs, une légère adsorption d'ammoniac sur les constituants pariétaux et aussi, probablement, à une certaine synthèse de protéines microbiennes comme cela a été montré par les chercheurs du Michigan (HUBER, 1975 ; HUBER *et al.*, 1979). Etant partiellement hydrolysée en ammoniac, l'urée présente des propriétés comparables, mais à un moindre degré. Les performances des bovins recevant des ensilages de maïs traités à l'ammoniac sont égales ou supérieures à celles des bovins recevant des ensilages avec de l'urée (voir GOERING et WALDO, 1981).

La valeur nutritive des ensilages de maïs issus de la même variété peut varier largement avec les conditions agro-climatiques au cours de la période de végétation et avec la date de semis (ANDRIEU, 1976). Il est possible d'améliorer la valeur nutritive de la plante de maïs en sélectionnant des variétés à tiges pauvres en lignine, en faisant appel par exemple au gène BM ("brown mid rib" = nervure brune).

6. Troubles sanitaires liés à la consommation d'ensilages

On a couramment considéré que les ensilages étaient des aliments moins sains que les fourrages secs. On les accuse, du moins les ensilages mal conservés, de causer divers troubles sanitaires (voir la revue de VETTER et VON GLAN, 1978).

Les produits terminaux des fermentations par les Clostridies dans les ensilages d'herbe peuvent être responsables de troubles sanitaires, en particulier lorsque la ration n'est pas correctement équilibrée. Des teneurs élevées en acide butyrique peuvent entraîner une augmentation des corps cétoniques sanguins et prédisposer à l'acétonémie chez les bovins (ROFFLER *et al.*, 1967), en particulier chez les vaches en début de lactation, surtout si la production d'acide propionique dans le rumen est réduite. Les ensilages riches en ammoniac et en composés azotés rapidement dégradables facilitent une absorption excessive d'ammoniac dans le rumen, qui peut perturber l'équilibre acido-basique des animaux et déterminer des troubles sub-cliniques.

Ces risques s'accroissent lorsque le foie est endommagé par des parasites ou des processus de dégénération. Quelques rapports, provenant principalement des Pays-Bas, décrivent des cas de botulisme chez les bovins. Des amines, provenant de la décarboxylation d'acides aminés, sont en effet produites par *Clostridium botulinum* qui peut se développer dans les ensilages d'herbe préfanés (NOTERMANS *et al.*, 1979).

De plus, les ensilages hautement digestibles préparés à partir d'herbe jeune, sont la cause de fécès molles qui pourraient favoriser le développement des mammites, des endométrites et des boïteries chez les vaches laitières (BROCHART et FAYET, 1981). Cependant, dans une expérience française et ayant porté sur plusieurs lactations (HODEN *et al.*, 1981) aucune différence n'a été trouvée au plan de la santé et de la reproduction de vaches laitières alimentées avec de l'ensilage d'herbe comme seul fourrage

pendant la période hivernale en comparaison avec celles recevant de l'ensilage d'herbe avec foin ou du foin seul. Ces résultats concordent avec ceux d'une expérience conduite dans le New-Hampshire (HOLTER *et al.*, 1976).

Les principaux désordres sanitaires liés à l'alimentation à base d'ensilage de maïs comme seul fourrage, résultent :

a) d'une complémentation inadéquate en protéines, azote soluble, minéraux majeurs, oligo-éléments et vitamines (COPPOCK, 1962) ;

b) d'une ingestion excessive lorsqu'il est distribué à volonté avec des quantités élevées d'aliments concentrés, comme c'est le cas aux U.S.A.

Des quantités excessives de glucides rapidement fermentescibles entraînent une chute du pH du rumen qui provoquent des acidoses lactiques et d'autres troubles tels que la polyencéphalomalacie causée par une carence en thiamine (vitamine B1) (revues de DUNLOP, 1972 et de SLYTER, 1976). Les vaches nourries à volonté en fin de lactation et pendant leur période de tarissement peuvent devenir obèses à cause d'une ingestion excessive d'énergie. Lors du vêlage ces vaches grasses sont plus sensibles à la fièvre vitulaire, à l'acétonémie, au déplacement de la caillette, à la rétention du placenta et par conséquent à la métrite : c'est le "syndrome de la vache grasse" (MORROW, 1976). Dans plusieurs essais américains à long terme, les vaches ont été alimentées avec de l'ensilage de maïs en tant que seul fourrage pendant plusieurs lactations. Les troubles sanitaires et les pertes d'animaux ont eu lieu dans les deux premiers essais ; ils furent attribués respectivement à une carence en iode et au syndrome de la vache grasse (VANDERSALL et HEMKEN, 1970 ; TRIMBERGER *et al.*, 1972). Dans des expériences plus récentes, conduites dans le Michigan (THOMAS *et al.*, 1970), dans le New-Hampshire (HOLTER *et al.*, 1979), à l'Université Cornell (BELYEA *et al.*, 1975) et à Guelph au Canada, (GRIEVE *et al.*, 1980), aucune influence néfaste d'une ration d'ensilage de maïs seul sur la santé et la reproduction n'a été notée en comparaison avec des régimes à base de foin ou d'ensilage d'herbe (à l'exception d'une fréquence plus élevée d'acétonémies et de rétentions placentaires dans l'expérience de Cornell). Des conclusions semblables ont été tirées d'une étude faite en France pendant 5 ans (VIGNON *et al.*, communication personnelle) au domaine de l'ENSAIA de Nancy dans laquelle des vaches ont reçu une quantité élevée d'ensilage de maïs (13 kg de MS/jour) pendant 10 mois par an. L'ensilage de maïs peut donc être distribué sans difficultés comme seul fourrage de la ration de base et permettre une production laitière élevée (ainsi qu'un gain de poids), si la ration est correctement équilibrée et si toute suralimentation est exclue pendant la période de tarissement.

D'autres troubles sanitaires associés à la distribution d'ensilage sont dus à des contaminations fongiques et bactériennes (voir revue de VETTER et VON GLAN, 1978). Des moisissures se développent en effet dans des poches d'ensilage et sur le front d'attaque au cours de la période de distribution. Plus de 50 espèces ont été ainsi isolées, parmi lesquelles la moitié sont capables de produire des métabolites toxiques (ESCOULA *et al.*, 1972) pour les animaux et l'Homme. *Aspergillus fumigatus*, l'une des moisissures

TABLEAU 4

Facteurs principaux à considérer pour le choix de la méthode de récolte du fourrage et du système de conservation

Facteurs d'environnement	1) Climat : longueur de l'hiver ; conditions météorologiques lors de la période de récolte, etc...
	2) Terrain : topographie
	3) Risques de pollution
Facteurs biologiques	1) Facteurs liés aux animaux : type, potentiel de production et besoins alimentaires ; préférences alimentaires ; taux de substitution entre fourrages et concentrés ; effets du fourrage sur la qualité du lait ou de la viande ; effets du fourrage sur la santé des animaux.
	2) Facteurs liés aux plantes fourragères : adaptation à une méthode de conservation ; stade de croissance ; quantité d'eau à évaporer ou à transporter ; valeur nutritive et ingestibilité ; effets de la conservation sur la production animale et la facilité de distribution du fourrage.
Facteurs économiques	1) Contraintes de l'exploitation : a) taille ; b) utilisation des surfaces ; association et compétition avec d'autres cultures ; c) disponibilité en main d'oeuvre : nombre de travailleurs ; compétition avec d'autres travaux agricoles ; possibilité de main d'oeuvre temporaire ; possibilité de travail collectif ; d) équipement de l'exploitation (puissance des tracteurs...) et logement des animaux.
	2) Coût de la récolte, du stockage et de la distribution : a) main d'oeuvre nécessaire ; b) matériel de la récolte à la distribution ; c) bâtiments : granges, silos, etc... ; d) fournitures : conservateurs, bâches en plastique... ; e) teneur en MS et pertes dues à la conservation.
	3) Rapports de prix : a) entre les prix des produits animaux et les dépenses de l'exploitation ; b) entre le coût total des fourrages conservés et ceux des concentrés (produits ou achetés).

prédominantes sur les ensilages de maïs moisis (COLE *et al.*, 1977), peut induire des avortements, des diarrhées et des pneumonies chez les bovins. Une affection bactérienne associée communément à la distribution d'ensilage est la listériose, en particulier chez les ovins ; elle cause des encéphalites et des avortements en début de gestation. Cependant, la bactérie *Listeria monocytogenes* ne peut ni se développer, ni survivre dans les ensilages de bonne qualité (GOUET *et al.*, 1977). Par ailleurs, l'ingestion des plantes toxiques, présentes parfois dans les prairies, est plus fréquente avec les ensilages qu'avec les foin parce que les animaux peuvent faire moins de tri.

En définitive, la plupart des problèmes liés à la distribution d'ensilage peuvent être prévenus si les règles bien connues de confection des silos, de complémentation de ces fourrages selon les besoins des animaux et d'hygiène sont appliquées.

Quelques aspects économiques du choix d'une méthode de conservation

Le choix d'une méthode de conservation des fourrages et aussi celui de la place des fourrages conservés dans l'alimentation hivernale, font intervenir de nombreux facteurs climatiques, biologiques et économiques qui sont répertoriés dans le tableau 4. Le poids relatif à accorder à chacun d'eux

varie selon les exploitations agricoles, le facteur décisif pouvant être la surface de l'exploitation, le type de troupeau, la main-d'oeuvre disponible, le matériel ou les bâtiments, etc... C'est pourquoi, les proportions relatives de foin et d'ensilage d'herbe, ainsi que les techniques utilisées en particulier pour l'ensilage d'herbe, diffèrent largement d'un pays à l'autre (tabl. 1). L'ensilage en coupe directe est courant dans les pays scandinaves, en France et en Irlande. L'utilisation de conservateurs est en général assez limitée, à l'exception de la Finlande, de la Norvège et de la Grande-Bretagne. A l'inverse, le préfanage est maintenant la seule technique utilisée aux Pays-Bas (silos taupinières avec bâche de plastique) et probablement en Amérique du Nord (principalement avec des silos-tours).

Seuls quelques aspects seront considérés ici.

I. Interaction entre type de troupeau et stade de croissance du fourrage

Les vaches allaitantes et les brebis ont des besoins alimentaires relativement faibles. Elles peuvent se contenter de fourrages de qualité médiocre et de résidus de culture. La méthode de base reste donc d'attendre la fin du premier cycle de croissance (fig. 6) et le beau temps pour récolter une quantité maximum de foin (ou un nombre maximum de rations journalières d'entretien) et cela, à un coût d'autant plus réduit que ces animaux ont une faible productivité. Cependant, la

mise en silo d'une partie des fourrages à un stade plus précoce permet de disposer de plus d'herbe disponible au début de la sécheresse estivale et donc d'accroître le chargement. Elle fournit aussi un fourrage de bonne qualité pour les femelles en début de lactation et pour les élèves de l'année.

Les vaches laitières et les animaux à l'engrais ont besoin de fourrages de valeur nutritive élevée, récoltés au début de l'épiaison du premier cycle pour les graminées (fig. 6), au stade feuillu pour les repousses, au stade du bourgeonnement pour les légumineuses ou un peu avant la maturité pour le maïs. Sous les climats tempérés humides, au printemps, on doit recourir à l'ensilage ou, à défaut, à la ventilation en grange. En effet, la fenaison ne permet de récolter des fourrages de haute valeur nutritive qu'en été (regains), en particulier dans les zones irriguées sous climat méditerranéen. Cependant, elle reste la méthode de base pour les petites exploitations laitières qui ne peuvent pas utiliser l'ensilage, à cause de difficultés dans la récolte avec des ensileuses sur des prairies de montagne en pente et/ou dans la distribution de l'ensilage à des animaux en stabulation entravée.

Malgré une quantité plus faible de matière sèche récoltée, les ensilages de fourrages jeunes permettent une plus grande production de lait ou de viande par hectare que des fourrages récoltés à la floraison, 3 semaines plus tard, comme le montrent les calculs du tableau 3, en accord avec ceux de bien d'autres auteurs (BLAXTER et WILSON, 1963). La différence est accrue si on ajoute la production donnée par les animaux au pâturage à partir de la quantité d'herbe qui a repoussé pendant la période qui sépare la coupe précoce pour l'ensilage de la

coupe tardive pour la fenaison d'environ trois semaines. Cependant, pour mesurer l'intérêt d'une récolte précoce, beaucoup d'autres facteurs doivent être considérés, en particulier les coûts de récolte et de stockage, les productions possibles sur les surfaces économisées lorsque la récolte est tardive, le rapport de prix entre fourrages conservés et concentrés, le taux de substitution des aliments concentrés aux fourrages, etc... Ce dernier est directement lié à l'ingestibilité du fourrage et donc, plus élevé pour les fourrages récoltés précocement que pour ceux récoltés tardivement (tabl. 3, fig. 7).

II. Coût élevé de la récolte et du stockage avec des méthodes sûres

Le coût de la récolte et de la conservation de l'herbe par ensilage est toujours élevé, surtout si on le compare à celui des grains. En France, il était d'environ 600-700 francs/hectare en 1980, et le coût total de la coupe à l'auge des animaux de 0,40-0,45 francs par kg de MS consommé (LIENARD et DULPHY, 1981). La technique d'ensilage nécessite des investissements élevés en matériel dont le coût par kg de fourrage varie en sens inverse de la surface récoltée par an. Le nombre de personnes nécessaire lors de la récolte est très différent selon le système utilisé ; il atteint 4 à 6 pour l'ensilage en coupe directe ou légèrement préfané, récolté avec des machines à tambour hacheur de grande capacité comme cela se fait en France, alors que deux suffisent pour ensiler du fourrage préfané avec des remorques auto-chargeuses, comme cela se fait aux Pays-Bas (VOERMANS, 1980).

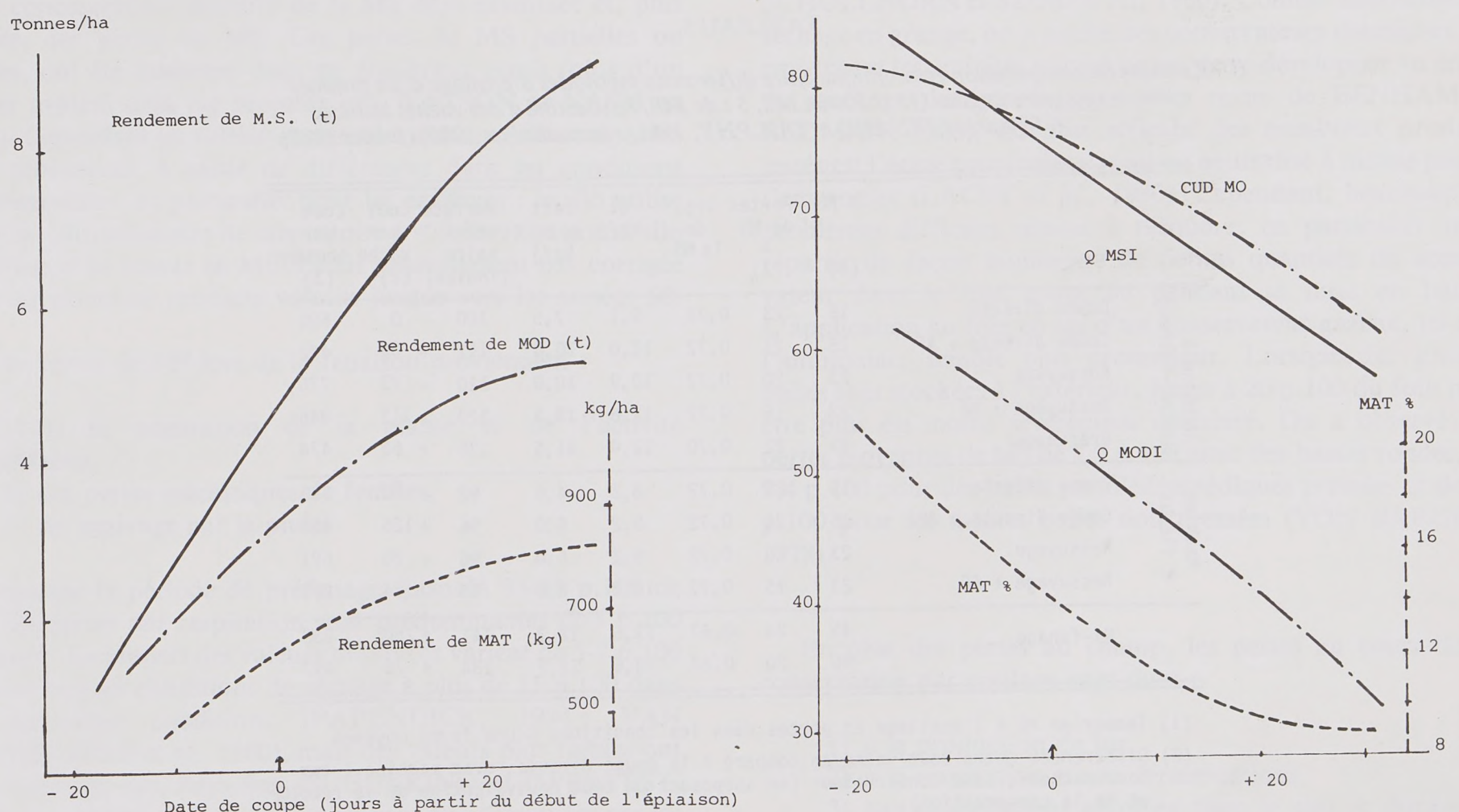


FIG. 6 : Evolution du rendement, de la digestibilité ($CUD MO \times 100$), de l'ingestibilité (g de MS/kg $P0.75$; $Q MSI$) et de la quantité de matière organique digestible ingérée ($Q MODI$) du ray-grass anglais au 1er cycle.

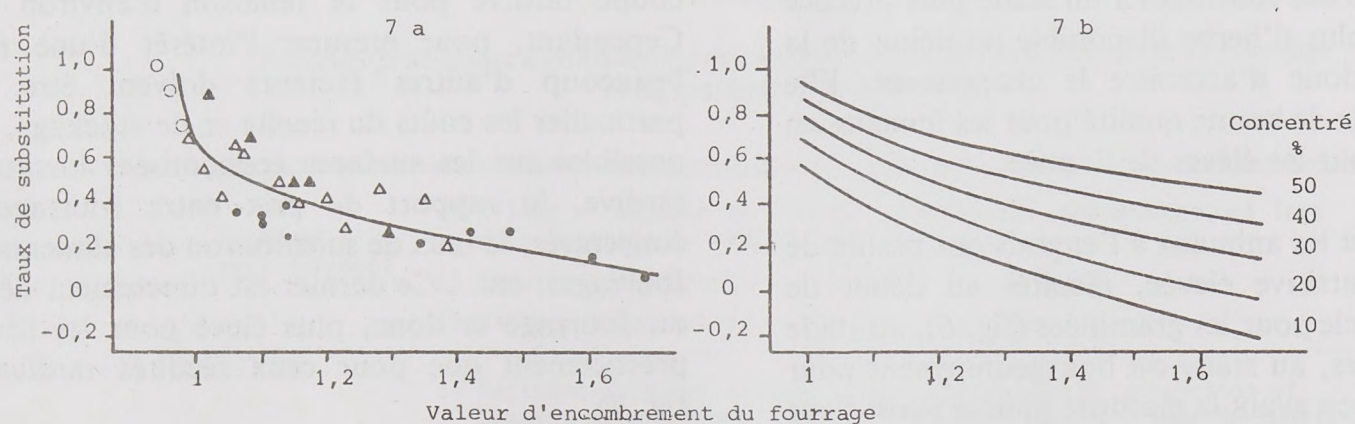


FIG. 7 : Relations entre le taux de substitution et la valeur d'encombrement des fourrages chez les vaches laitières (7a) et les bovins en croissance ou à l'engrais (7b). (Le taux de substitution est mesuré par la diminution de la quantité de MS de fourrage ingéré par kg de MS de concentré).

Le tableau 5 donne un exemple de comparaison économique entre différentes méthodes d'ensilage, dans les conditions d'une exploitation agricole moyenne, pour un premier cycle de ray-grass anglais destiné à l'alimentation hivernale des vaches laitières (LIENARD et DULPHY, 1981). En supposant un coût équivalent de récolte et de conservation par hectare, il montre les effets des pertes de nutriments et du niveau d'ingestion du fourrage, dont l'augmentation économise des aliments concentrés, mais accroît la surface d'herbe à ensiler.

On notera aussi que :

1) le ressuyage est toujours intéressant car il réduit ou supprime les pertes par jus (et donc la pollution correspondante) ;

2) l'utilisation de l'acide formique ne présente d'intérêt économique qu'avec les fourrages ressuyés ;

3) un accroissement de la valorisation de la surface épargnée améliore la position économique des ensilages récoltés avec une machine à fléaux et réduit celle des ensilages mi-fanés.

Les conclusions de cette étude seraient probablement différentes pour des fourrages plus difficiles à ensiler que les ray-grass. Par exemple, l'addition d'un conservateur efficace doit être profitable pour des graminées peu aptes à l'ensilage (dactyle...), pour toutes les légumineuses et aussi pour les fourrages souillés de terre en raison des risques élevés de mauvaise fermentation. De même, ces conclusions ne s'appliquent pas aux fourrages qui sont distribués en quantités limitées, comme aux Pays-Bas.

TABLEAU 5

Exemple de comparaison économique entre différentes méthodes d'ensilage d'un premier cycle de ray-grass anglais (15 p.100 de MS, 5 t de MS/ha) destiné à des vaches laitières (d'après LIENARD et DULPHY, 1981, réactualisé en 1982) (francs 1982)

		% MS	Pertes Dig.	QI	Lait	Surface	Coût	Coût
		(1)	de MS %	kg/j	permis kg/j	nécessaire (indice)	par vache (2)	par hectare (3)
Machine à tambour-hacheur	Coupe directe	15	23	0,72	9,7	7,5	100	0
	Coupe directe + AF	15	21	0,72	11,0	10,0	112	+ 63
	Ressuyage	23	20	0,72	10,9	10,0	110	- 73
	Ressuyage + AF	23	15	0,72	12,6	13,3	123	- 113
	Préfanage	35	22	0,70	12,4	11,5	130	+ 62
Machine à fléaux	Coupe directe	15	23	0,72	8,2	4,0	92	+ 80
	Coupe directe + AF	15	21	0,72	9,2	6,0	96	+ 126
	Ressuyage	23	20	0,72	9,2	6,0	96	- 20
	Ressuyage + AF	23	15	0,72	10,2	8,0	98	- 64
	Mi-fanage	45	24	0,67	13,6	12,7	141	+ 150
		45	20	0,67	13,6	12,7	134	+ 75

(1) Teneur en MS à l'ensilage et pertes dans les conditions d'une ferme moyenne.

(2) Différences entre coût/vache/an comparé à la coupe directe, avec machine à tambour-hacheur, sans conservateur (en supposant un coût équivalent/ha de la récolte et de la conservation).

(3) Coût acceptable pour la récolte et la conservation pour obtenir le même coût par vache, par an (coût calculé avec l'ensilage direct récolté avec une machine à tambour-hacheur).

Le séchage en grange, bien qu'il soit une alternative à l'ensilage pour la récolte des graminées et de toutes les légumineuses à des stades précoces, est également très coûteux, à cause de la grande quantité d'électricité consommée. L'utilisation de capteurs d'énergie solaire pour réchauffer l'air pourrait être un moyen de réduire ce coût. La déshydratation est encore plus coûteuse, malgré l'amélioration du rendement des usines (recyclage des gaz...). WHITE (1980) a calculé la quantité d'énergie incorporée par les techniques de conservation en utilisant la méthode d'analyse énergétique qui attribue une valeur énergétique à tous les intrants, ainsi qu'à la dépréciation et à l'entretien des tracteurs, du matériel et des bâtiments. La quantité totale d'intrants énergétiques (en excluant les engrais) pour une production de 9,8 t de MS/ha, exprimée en mégajoules/kg de MS sur pied a été de : 0,7 pour le foin séché au pré (2 coupes), 2,3 pour l'ensilage (3 coupes), 3,3 pour le foin séché en grange et 20,4 pour le fourrage déshydraté à haute température. Les valeurs correspondantes exprimées en MJ/kg de MO digestible consommée sont 1,6 - 4,4 - 6,7 et 33 respectivement quand on prend en compte les pertes de MS et les diminutions de digestibilité de la MO reportées au tableau 2 et à la figure 10. Cette approche mesure la dépendance des méthodes modernes de récolte et de conservation vis à vis de l'énergie fossile, mais les valeurs obtenues dépendent évidemment de la qualité des hypothèses retenues. Les machines récentes telles que les remorques auto-chargeuses ou les presses à grosses balles peuvent récolter à la fois du foin et de l'herbe mi-fanée pour l'ensilage.

III. Grandes variations des pertes d'éléments nutritifs

La proportion des éléments nutritifs du fourrage qui est effectivement consommée par les animaux, revêt une grande importance économique. Elle résulte à la fois de la diminution de la concentration nutritive de la MS déjà examinée et, plus encore, des pertes de MS. Ces pertes de MS partielles ou totales, ont été mesurées dans de nombreux essais (plus d'un millier avaient déjà été recensés par WATSON et NASH en 1960). Cependant les valeurs rapportées doivent être comparées avec précaution, à cause de différences dans les conditions expérimentales, en particulier pour les ensilages : le silo utilisé allait du silo-miniature de laboratoire (< 1 litre) au grand silo de ferme et la teneur en MS n'était généralement pas corrigée pour les pertes de produits volatils jusque vers les années 60.

Les pertes de MS lors de la fenaison proviennent :

- 1) de la respiration de la plante et de l'activité microbienne,
- 2) des pertes mécaniques de feuilles,
- 3) du lessivage par la pluie.

Pendant la période de préfanage, jusqu'à 35-45 p.100 de MS, les pertes par respiration sont prédominantes (2-3 p.100 par jour). La plupart des valeurs observées varient de 5-7 p.100 dans de bonnes conditions de séchage à plus de 15 p.100 dans de mauvaises conditions (PAPPENDICK, 1974 ; VAN BOCKSTAELE *et al.*, 1980), mais des valeurs plus faibles ont été observées aux Pays-Bas (SCHUKKING et OVERVEST, 1980). Les pertes par respiration peuvent être diminuées par les traitements qui accélèrent la vitesse de dessiccation, par exemple une meilleure répartition du fourrage sur le sol lors de

la fauche ou l'utilisation de faucheuses-conditionneuses ; on peut effectuer plusieurs passages parce que les pertes mécaniques sont faibles à ce stade.

A un stade de dessiccation plus avancé, au-dessus de 35-45 p.100 de MS, les pertes de MS augmentent très rapidement avec la teneur en MS elle-même, la durée de dessiccation et la quantité de pluie reçue (fig. 8). Les pertes mécaniques sont liées positivement au nombre de retournements ou de brassages des andains et varient avec le type de matériel utilisé (KLINNER et SHEPPERSON, 1975 ; HONING, 1980). Dans le passé, on réduisait les pertes mécaniques et le lessivage par la pluie en mettant en meules de foin à moitié sec ou en le plaçant sur des supports spéciaux, tels que des poteaux, des trépieds, des chevalets ou des fils (voir WATSON et NASH, 1960). Les fourrages diffèrent nettement quant à leur vitesse de dessiccation selon leur morphologie, leur espèce (le ray-grass anglais sèche beaucoup plus lentement que la plupart des autres graminées (JONES et HARRIS, 1980)). Ils diffèrent aussi dans la susceptibilité des limbes foliaires à se briser et à se détacher des tiges, qui est beaucoup plus élevée pour les légumineuses.

Les pertes de MS au cours du stockage varient directement avec le degré d'humidité et la teneur en constituants utilisables par la respiration et les fermentations. Les valeurs rapportées, obtenues pour la plupart dans les années 30, vont de 2-3 p.100 pour les foins rentrés à 18 p.100 d'humidité, à 8-10 p.100 pour ceux à 28 p.100 d'humidité (la température du foin s'élève alors vers 50°C) mais sont les plus élevées dans les foins qui ont beaucoup chauffé (voir revue de WATSON et NASH, 1960). Le séchage en grange par ventilation artificielle permet de récolter les foins à 60 p.100 d'humidité, supprimant ainsi les stades ultimes de dessiccation au pré pendant lesquels les pertes sont maximum (fig. 8) : les pertes de MS au cours de ce séchage seraient de l'ordre de 3-6 p.100 (PAPPENDICK, 1974 ; SCHÖLLHORN et SZOKOLAI, 1980). Comme alternative au séchage en grange, on a étudié des conservateurs chimiques qui empêchent les activités microbiennes de se développer au cours du stockage du foin humide (voir revue de BENHAM et REDMAN, 1980). Le plus efficace des nombreux produits testés est l'acide propionique, seul ou neutralisé à moitié par de l'ammoniac (LACEY *et al.*, 1980). Cependant, beaucoup de problèmes difficiles restent à résoudre, en particulier pour répartir de façon homogène de petites quantités de conservateur dans le foin avant ou pendant sa mise en balles. L'application au foin en tas d'un conservateur gazeux, tel que l'ammoniac, semble plus prometteur. Lorsque des grosses balles sont stockées à l'extérieur, jusqu'à 20 p.100 du foin peut être plus ou moins sévèrement détérioré. On a observé des pertes moyennes de MS de 7,7 p.100 pour des basses rondes, de 9,4 p.100 pour des balles parallélépipédiques pressées et de 11 p.100 pour les mêmes balles non pressées (VON BARGEN, 1978).

En plus des pertes au champ, les pertes au cours de la conservation par ensilage sont dues :

- 1) à la production de jus,
- 2) à la respiration et aux fermentations,
- 3) aux dégradations aérobies dans le silo et durant la période de distribution (voir ZIMMER, 1967, ZELTER, 1969 ; Mc DONALD, 1973).

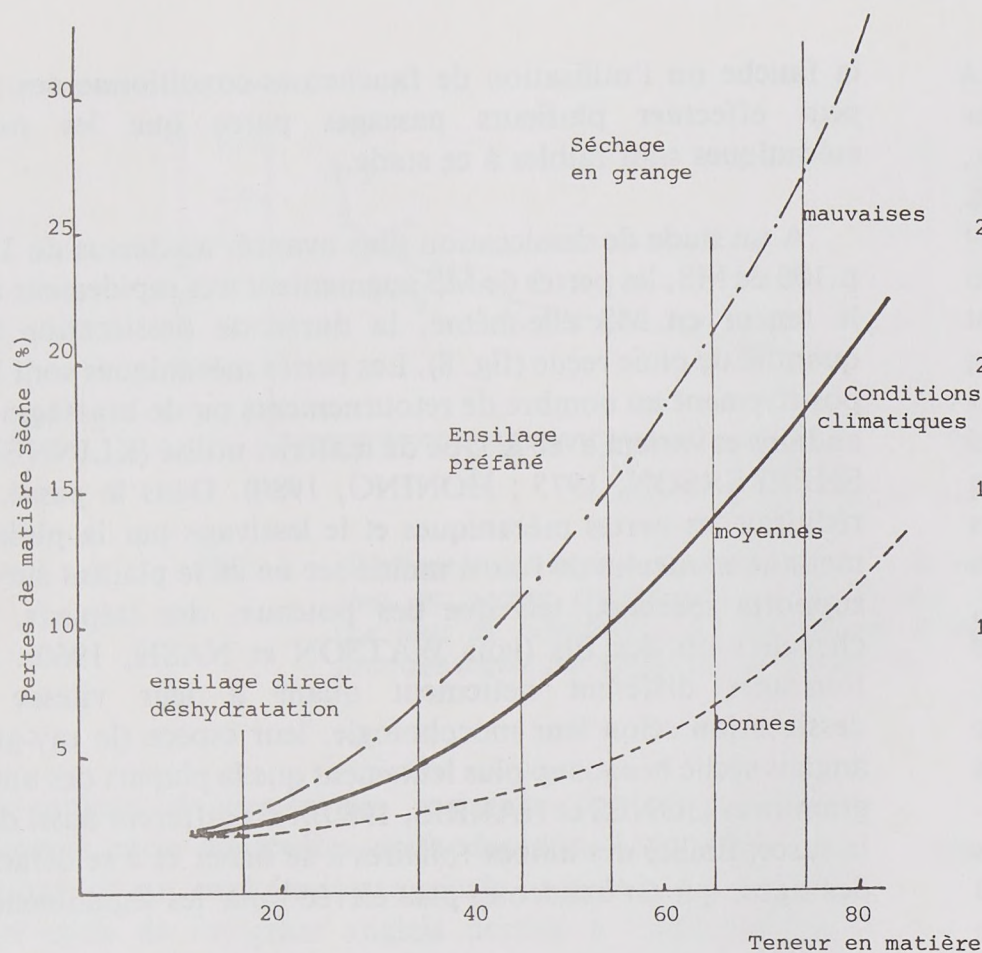


FIG. 8 : Pertes au champ selon les conditions climatiques et la technique utilisée (d'après HONIG, cité par ZIMMER, 1977)

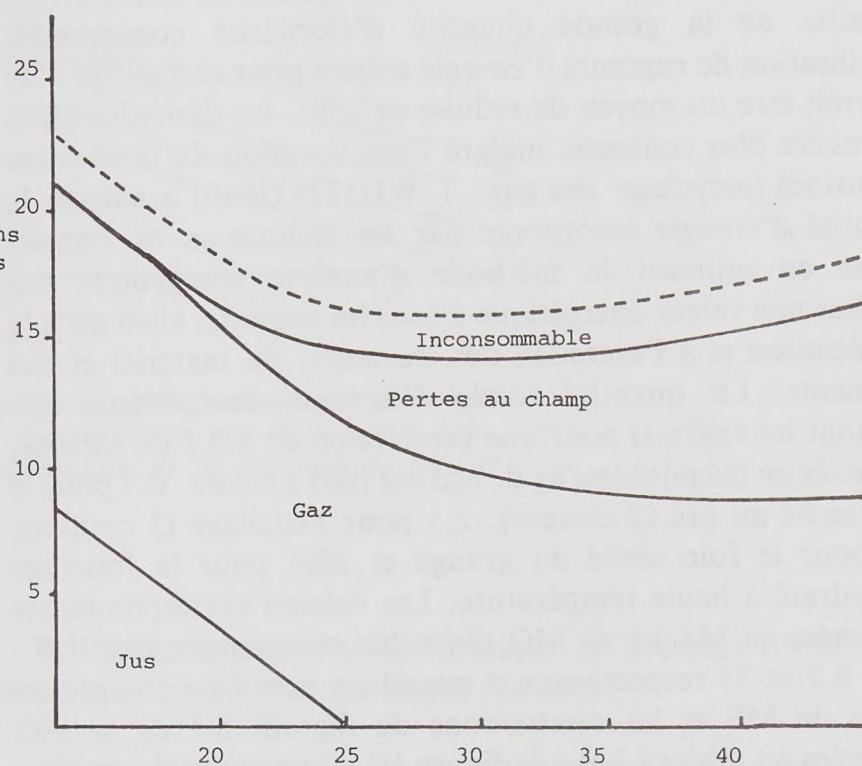


FIG. 9 : Pertes totales enregistrées pour des ensilages d'herbe récoltés, conservés et distribués dans de bonnes conditions (silos horizontaux, sans conservateur) selon leur teneur en MS à la mise en silo.

FIG. 8 et 9 : Représentation schématique des pertes de MS lors de la récolte et de la conservation des fourrages.

Des relations négatives étroites entre les pertes de MS dans les jus en grands silos et la teneur en matière sèche du fourrage ensilé ont été trouvées en Allemagne (ZIMMER, 1964), aux U.S.A. (MILLER et CLIFTON, 1965), en Grande-Bretagne (CASTLE et WATSON, 1973) et en France (DULPHY, 1976) (fig. 9). La production de jus cesse lorsque la teneur en MS du fourrage se situe entre 25 et 30 p.100 selon le degré de tassement et la nature du fourrage ensilé. Ces pertes de jus peuvent être réduites ou empêchées en préfanant le fourrage ou en y incorporant des pulpes de betterave déshydratées (DULPHY et ANDRIEU, 1977), des céréales ou de la paille hachée, mais elles sont accrues par l'addition d'acide formique aux fourrages jeunes contenant moins de 18 p.100 de MS (fig. 9).

Si l'anaérobiose est obtenue rapidement et maintenue durant la période de stockage, les pertes de MS résultant de la respiration initiale et des fermentations elles-mêmes sont limitées et ne doivent pas excéder 6-8 p.100 selon les calculs et les mesures faites en petits silos (Mc DONALD, 1973 ; MO et FYRILEIV, 1979). Au contraire, des pertes élevées de MS et d'éléments nutritifs se produisent lorsque le silo n'est pas hermétique, surtout si le fourrage n'est pas suffisamment tassé. Le fourrage est rendu inconsommable par des dégradations aérobies (voir RUXTON *et al.*, 1975). On sait maintenant que des dégradations microbiennes (bactéries et levures) de l'ensilage au contact de l'air pendant la période de distribution constituent une source importante de pertes d'éléments nutritifs (HONIG et WOODFORD, 1980). L'augmentation de température est un bon indicateur de l'étendue et de l'intensité

de ces dégradations aérobies. Les principaux facteurs qui prédisposent les ensilages à chauffer sont une température ambiante élevée, un tassement faible et un front d'attaque déchiqueté qui permettent à l'air d'entrer dans le fourrage, une faible vitesse d'utilisation qui augmente le temps d'exposition du fourrage à l'air et la présence de composés très fermentescibles dans les ensilages bien préservés. Au contraire, la présence d'acide butyrique, d'acides gras à chaîne plus longue et d'ammoniac, ainsi que d'acide propionique dans une moindre mesure, tendent à accroître la stabilité des ensilages. L'addition d'azote non protéique lors de la mise en silo accroît la stabilité de l'ensilage de maïs, grâce au dégagement d'ammoniac. L'acide propionique a donné des résultats satisfaisants pour empêcher les dégradations aérobies dans les ensilages trop préfanés. Les pertes aérobies de MS pendant la période de distribution dans de bonnes conditions seraient faibles lorsque la température extérieure est inférieure à 10°C (OHYAMA *et al.*, 1975), c'est-à-dire en hiver.

La figure 9 montre que l'importance relative des principales sources de pertes varie selon la méthode d'ensilage utilisée et suggère que les pertes totales de MS sont les plus faibles pour une teneur en MS de 25-30 p.100 en silos horizontaux et de 45-50 p.100 en silos-tours (ZIMMER, 1967 ; MASKOWA et HAVELECK, 1969 ; HONIG, 1967). Les pertes totales de MS sont diminuées par addition de conservateurs efficaces, par exemple de 5,5 unités en moyenne dans 15 comparaisons faites aux U.S.A. (WALDO, 1978) et dans certains pays d'Europe, comparaisons dans lesquelles les teneurs en MS allaient de 18 à

47 p.100. Les pertes totales de gaz provenant à la fois des fermentations et des dégradations aérobies, ont été estimées par différence. Elles semblent être plus élevées (ZIMMER, 1967 ; DULPHY, 1976 ; BOLSEN, 1981) dans les grands silos horizontaux que dans les silos-tours classiques, les silos hermétiques et, surtout, que dans les silos de laboratoire.

La figure 10 résume les pertes totales de MS et d'éléments nutritifs auxquelles on peut s'attendre dans différentes situations lorsqu'on travaille très correctement à chaque étape, du champ à l'animal. Les pertes observées dans les exploitations agricoles (MOSNIER et PAPIN, 1978) sont fréquemment beaucoup plus élevées, à cause de mauvaises conditions météorologiques lors de la récolte et d'une mauvaise application des techniques. Elle sont bien supérieures aux pertes associées à la récolte, au stockage et la distribution des céréales.

La couleur verte des fourrages conservés est un critère de leur teneur en carotène et de la qualité en général. La destruction du carotène par oxydation augmente avec la longueur du séchage et avec la température et le degré d'oxydation dans le silo. Les pertes de carotène sont donc extrêmement variables (WATSON et NASH, 1960 ; PAPENDICK, 1974) : moins de 20 p.100 dans les fourrages déshydratés, environ 60-75 p.100 dans les foin séchés rapidement au pré ou en grange, 30-40 p.100 dans les ensilages directs bien conservés, 50-70 p.100 dans les ensilages préfanés, plus de 90 p.100 dans les foin séchés au pré dans de mauvaises conditions.

Quelques aspects sur la conservation des fourrages sous les tropiques

I. Difficultés de la conservation des fourrages

L'herbe mûre et desséchée, souvent appelée "foin sur pied", est la forme la moins chère des fourrages conservés et constitue l'essentiel de la ration des animaux au pâturage pendant la saison sèche. Les graminées à ce stade sont riches en tiges, fortement lignifiées et ont une faible valeur nutritive, à la fois en énergie digestible, en azote et en minéraux (phosphore) (TODD, 1956 ; BUTTERWORTH, 1967). Tous ces facteurs, en particulier la carence en azote, entraînent un niveau d'ingestion très bas, bien que les feuilles soient consommées sélectivement, qui ne couvre pas les besoins d'entretien des animaux. Cette sous-nutrition pendant la saison sèche est une des causes majeures de la faible productivité des ruminants dans les régions chaudes.

Dans la zone tropicale humide, il est hors de question de faire du foin durant la saison des pluies. La valeur nutritive des plantes est déjà très basse quand surviennent des conditions favorables au séchage. De plus, le foin a de grandes chances de moisir lors du stockage. Des foin de qualité satisfaisante peuvent être récoltés à certaines périodes dans les zones méditerranéennes et semi-arides (Afrique du Nord,

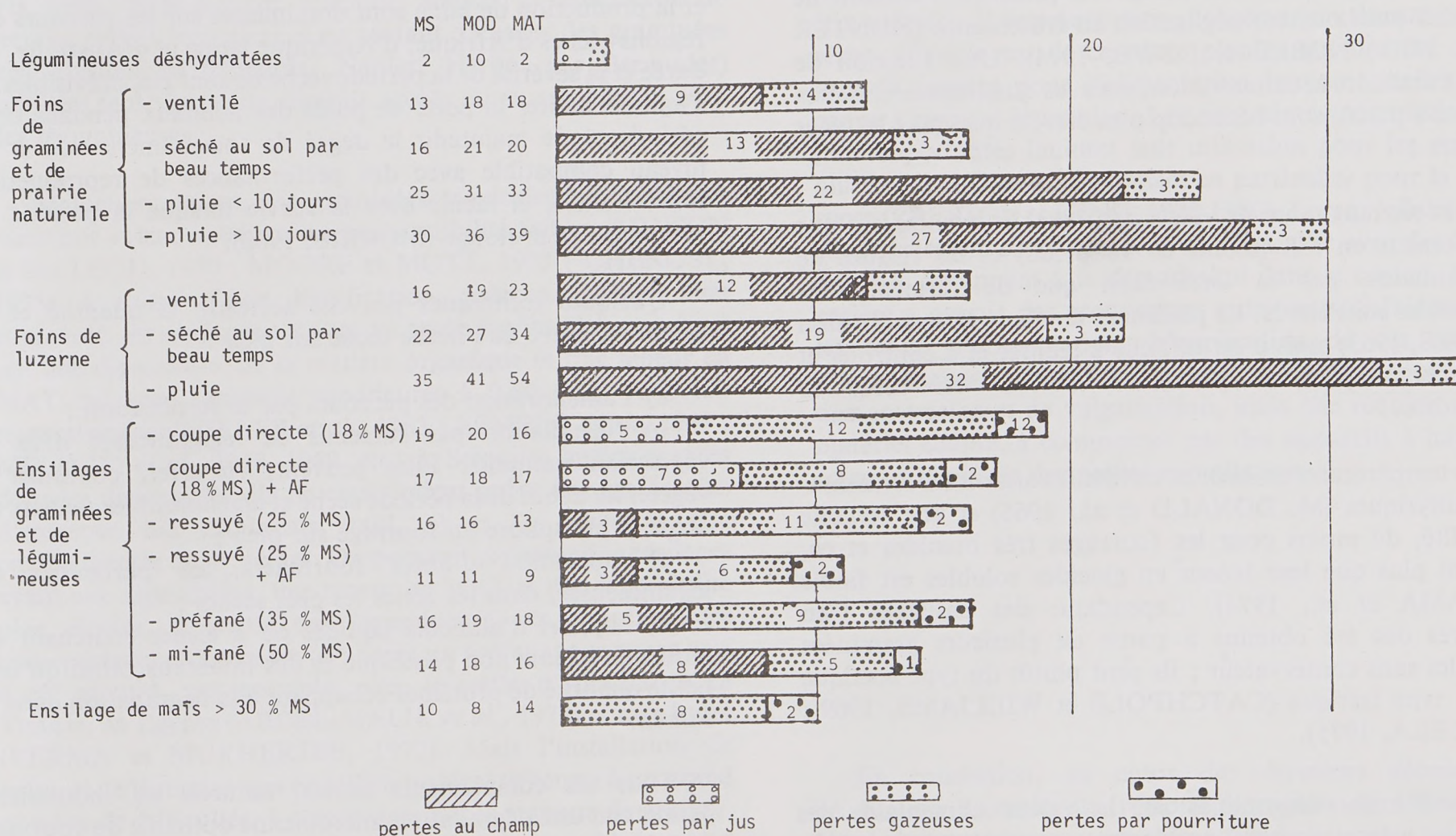


FIG. 10 : Représentation schématique des pertes totales de matière sèche et d'éléments nutritifs et quantité consommable par les animaux dans de très bonnes conditions de récolte, de conservation et de distribution (Les ensilages sont conservés dans des silos ordinaires, sauf les préfanés qui sont dans des silos hermétiques).

Australie...), en particulier à partir de fourrages cultivés : luzerne, berseem (trèfle d'Alexandrie), sainfoin, mélanges céréales-légumineuses, tels que vesce-avoine. Quand les légumineuses sont séchées sur le sol, elles perdent beaucoup de leurs feuilles par suite de leur dessiccation rapide et de leur fragilité. Si on dispose de suffisamment de main-d'œuvre, la mise du fourrage préfané sur des supports réduit ces pertes et permet d'obtenir des foin feuillus qui sont plus riches en énergie digestible, en azote, en phosphore et en carotène, que les foin séchés au sol : cela a été montré en Egypte pour le trèfle d'Alexandrie (DANASOURY *et al.*, 1971a, 1971b). Quelques résidus de culture tels que les tiges et feuilles d'arachide peuvent aussi être une source intéressante de fourrage sec (MILLER *et al.*, 1964 ; DIALLO *et al.*, 1976).

Encore plus que dans les zones tempérées, l'ensilage est la seule méthode pour récolter le surplus de fourrage pendant la saison humide et à un stade jeune. Mais les expérimentations réalisées, en particulier en Floride, aux Antilles, au Brésil, au Nigéria, au Ghana, en Rhodésie, aux Indes et en Australie, mettent en évidence les nombreux problèmes posés par l'ensilage des plantes tropicales. Les principales conclusions tirées par CATCHPOLE et HENZELL dans leur revue de 1971 ont été vérifiées par des travaux récents.

Les fourrages tropicaux ne sont en général pas bien adaptés à une bonne conservation par ensilage :

1) leur grossièreté et leur structure rigide empêchent leur tassement et donc l'exclusion de l'air du silo (HAMILTON *et al.*, 1978), en particulier dans les régions tropicales sèches ; le hachage est donc indispensable ;

2) la teneur en glucides solubles de la plupart des graminées tropicales est généralement faible. La présence d'amidon ne compense pas la teneur négligeable en fructosanes (HUNTER *et al.*, 1970 ; NOBLE et LOWE, 1974). Une addition de mélasse améliore la conservation, mais les quantités nécessaires (jusqu'à 8 p.100) sont beaucoup plus élevées que dans les pays tempérés ;

3) à leur maximum de valeur nutritive, les plantes ont une faible teneur en MS (moins de 18 p.100) et les risques de contamination par la terre ainsi que de fermentations indésirables sont élevés. Le préfanage améliore la conservation (DAVIES, 1963) mais il est difficile à réaliser et à contrôler et les ensilages préfanés présentent souvent un excès de moisissures.

Les températures ambiantes élevées favorisent les fermentations butyriques (Mc DONALD *et al.*, 1966) et une certaine instabilité, du moins pour les fourrages très humides et ce, d'autant plus que leur teneur en glucides solubles est faible (OHYAMA *et al.*, 1974). Cependant, des ensilages bien conservés ont été obtenus à partir de plusieurs graminées tropicales sans conservateur ; ils sont plutôt du type acétique que du type lactique (CATCHPOLE et WILLIAMS, 1969 ; AGUILERA, 1975).

Les données disponibles sur la valeur alimentaire des ensilages de plantes tropicales restent rares (voir BUTTERWORTH, 1967). Des diminutions nettes, mais variables, de la digestibilité entre fourrage vert (ou congelé) et

ensilage ont été observées en Australie (LEVITT *et al.*, 1964 ; MORRIS et LEVITT, 1962 ; HAMILTON *et al.*, 1978) et aux Antilles françaises (de 0,01 à 0,12 dans 8 comparaisons faites par XANDE, 1978). L'addition de déchets de manioc moulus (FERREIRA *et al.*, 1974) ou de maïs broyé (TUAH et OKYERE, 1974) lors de la mise en silo augmente l'ingestibilité de ces ensilages.

Par rapport à la situation dans les pays tempérés, la mise en silo des plantes tropicales présente donc de nombreux risques : mauvaise qualité de fermentation, diminution de la valeur nutritive, pertes et détérioration accrue par les jus, le lessivage par la pluie, la dégradation aérobie et les moisissures lors de l'exposition à l'air chaud pendant la période de distribution. Les équipements et les règles nécessaires pour faire un bon ensilage sont les mêmes que dans les régions tempérées, mais ils s'appliquent à des fourrages ayant une valeur nutritive et une ingestibilité beaucoup plus faibles.

II. Place possible des fourrages conservés

La place future des fourrages conservés dans les zones intertropicales et subtropicales dépendra principalement des conditions agro-climatiques et des systèmes de production animale, lesquels sont extrêmement variables. C'est ainsi que les systèmes agraires vont de l'agriculture itinérante à l'élevage en ranch (RUTHENBERG, 1971 ; JARRIGE, 1980). Seules deux situations typiques seront examinées ici.

1. Production de laine et de viande extensive dans les zones tropicales sèches

La production de viande extensive par les bovins et les ovins et la production de laine sont dominantes sur les parcours des régions sèches d'Afrique, d'Amérique latine et d'Australie. La durée et la sévérité de la période sèche ne sont pas prévisibles. Il s'agit de limiter la perte de poids des animaux pendant cette période et de maintenir le degré de sous-alimentation à un niveau compatible avec des performances de reproduction satisfaisantes, et même avec la survie lorsque la période de sécheresse se prolonge (MORRIS, 1968).

Quelques techniques peuvent accroître la quantité et la valeur nutritive de l'herbe sèche sur pied :

- a) l'amélioration des parcours par la fertilisation ;
- b) l'installation par sursemis de légumineuses dans la végétation naturelle. Elles peuvent, en effet, continuer à végéter au début de la période sèche et améliorent les teneurs en azote et phosphore du fourrage sur pied ;
- c) l'utilisation d'arbres fourragers, en particulier de légumineuses, dans les zones les plus sèches ;
- d) l'apport d'aliments liquides ou à lécher contenant au moins de l'azote non protéique et des minéraux, ainsi qu'une petite quantité de protéines échappant à la dégradation dans le rumen.

Tous ces compléments azotés, naturels ou industriels, permettent une dégradation microbienne optimale du fourrage dans le rumen et augmentent l'ingestion en améliorant à la fois la croissance et l'activité cellulolytique de la microflore du rumen et l'état nutritionnel et l'appétit de l'animal lui-même.

La distribution d'une quantité limitée de foin ou d'ensilage permet d'améliorer le niveau d'alimentation des animaux. Cependant, elle peut diminuer le temps de pâturage et la quantité de fourrage pâturé (LANGLANDS, 1969), ainsi que l'importance de la croissance compensatrice au cours de la période de végétation suivante. L'intégration de la conservation des fourrages dans les écosystèmes pâturés permet des chargements et des productions par hectare plus élevés : on l'a montré en Australie pour la production de laine (HUTCHINSON, 1971 ; BISHOP et BIRREL, 1975), pour le gain de poids et la survie des agneaux et pour le croît des jeunes bovins (VIVIAN, 1970). Cependant, il faut trouver un compromis entre la proportion de la surface mise de côté pour faire du foin et le chargement d'une part, et entre la conservation des fourrages et le stockage d'énergie par les animaux eux-mêmes dans leurs réserves corporelles d'autre part (HUTCHINSON, 1971). La conservation des fourrages est moins coûteuse dans les régions où on peut laisser le foin sur le pré sous forme de balles classiques ou de grosses balles sans qu'il subisse de pertes excessives de valeur alimentaire (CAYLEY *et al.*, 1970).

2. Production de lait et de viande intensive dans les zones tropicales humides

L'amélioration de la nutrition des animaux durant la saison sèche est un préalable à l'accroissement de la production de lait et à une production de viande intensive dans les régions tropicales humides, particulièrement dans les petites exploitations des zones les plus peuplées.

En plus d'une utilisation plus efficace des foins sur pied et des différents fourrages dérivés des sous-produits de culture (riz, maïs, canne à sucre, arachide, ananas) et quelquefois de certains arbres (cocotier), il est tentant d'ensiler des graminées très productives (Pangola, Napier, Herbe des Bermudes) cultivées seules, avec des engrais azotés ou en association avec des légumineuses.

Malheureusement, ces graminées tropicales ont généralement une valeur nutritive et une ingestibilité faibles (MINSON et Mc LEOD, 1970 ; MOORE et MOTT, 1973 ; CHENOST, 1975) à cause d'une lignification précoce. Même bien conservés, les ensilages récoltés au stade feuillu (5-6 semaines) ont une digestibilité de la matière organique et une teneur en MAT qui sont rarement supérieures à 0,60 et à 10 p.100 respectivement (MILLER *et al.*, 1963 ; SEMPLE *et al.*, 1966 ; MELOTTI *et al.*, 1968, 1969, etc...). Selon les quelques rares données disponibles, ils ne couvriraient guère que les besoins d'entretien des ruminants (tabl. 6) et ils devraient être complétés en protéines. On pourrait préparer des ensilages ayant une digestibilité, une teneur en MAT et une ingestibilité plus élevées, à partir des légumineuses en ajoutant des conservateurs efficaces ou (et) après un préfanage, comme cela a été montré, par exemple, avec le trèfle d'Alexandrie en Tunisie, en Egypte (ABDEL-MALIK *et al.*, 1973) et aux Indes (VERMA et MUKHERJEE, 1972). Mais l'installation de cultures de légumineuses en milieu tropical se heurte à un grand nombre de difficultés, à commencer par le manque de graines. Les plantes entières de céréales (maïs, sorgho) semblent mieux adaptées à l'ensilage que les graminées fourragères lorsqu'elles peuvent être cultivées correctement et sans concurrencer les cultures vivrières. Par exemple, les ensilages de sorghos récoltés

au stade laiteux ou laiteux-pâteux ont une qualité de fermentation satisfaisante avec une production élevée à l'hectare ; mais leur digestibilité et leur teneur en MAT n'excèdent pas environ 0,55 et 5-6 p.100 respectivement (MELOTTI *et al.*, 1969). Ces valeurs pourraient être améliorées en intercalant des légumineuses entre les rangs de céréales.

TABLEAU 6

Valeur nutritive comparée d'ensilages bien conservés effectués à partir de ray-grass anglais (France) et de Pangola (Guadeloupe)

	Ray-grass anglais début épiaison	Pangola 6 - 7 semaines
Fourrage vert :		
- Digestibilité de la M.O.	0,76	0,66
- Matières azotées totales %	13	10
- Ingestibilité g de MS/kg p0.75	75	50
Ensilage :		
- Digestibilité de la M.O.	0,74	0,63
- Ingestibilité g de MS/kg p0.75	60	40
- Quantité ingérée de MOD g/kg p0.75	40	23
% entretien	155	90
- Quantité ingérée de MAD g/kg p0.75	4,9	2,2
% entretien	195	90

(1) le fourrage est finement haché et ensilé avec acide formique en France ou mélasse en Guadeloupe (A. XANDE) - Mesures sur moutons.

En raison des obstacles de toute nature au développement de techniques sûres de préparation et d'utilisation des ensilages, il est probablement plus efficace de miser sur l'irrigation d'un minimum de surface fourragère et (ou) les cultures qui peuvent être utilisées directement sans conservation durant la saison sèche. C'est le cas de certaines plantes qui ont été cultivées jusqu'à présent pour l'alimentation humaine, telles que la canne à sucre et le manioc. Les contraintes nutritionnelles les plus importantes limitant leur utilisation pour les ruminants ont été identifiées et surmontées en particulier pour la canne à sucre (PRESTON et LENG, 1978-1980). Lorsqu'elle est hachée et correctement complémentée, en particulier avec des éléments nutritifs échappant à la dégradation dans le rumen, la canne entière a permis des productions animales satisfaisantes dans les essais d'alimentation. L'application de ces recherches n'implique pas seulement des actions de développement, de démonstration et de vulgarisation, mais elle requiert aussi un matériel adapté, à commencer par des appareils à hacher qui soient à la portée des petites exploitations.

*

*

*

En conclusion, au cours des dernières décennies, la production animale des régions tempérées de l'Hémisphère Nord s'est progressivement affranchie de la pousse saisonnière de l'herbe et s'est basée sur une proportion accrue de fourrages conservés (herbe et maïs) et de céréales. Cette amélioration de l'alimentation hivernale a permis d'utiliser des animaux dotés

d'un potentiel de production laitière ou de croissance musculaire plus élevé. Cependant, les méthodes de conservation efficaces, notamment l'ensilage, sont coûteuses et exigeantes en énergie fossile. Elles nécessitent un capital élevé, des matériels adéquats, des éleveurs qualifiés et organisés, des prix de vente rémunérateurs pour les produits animaux.

Ces différentes conditions sont rarement remplies dans les régions tropicales et pratiquement jamais dans les pays en voie de développement. Néanmoins, l'alimentation des animaux pendant la saison sèche peut y être améliorée, d'une part, en tirant un meilleur parti de toutes les ressources fourragères disponibles sans avoir à les conserver et, d'autre part, en complément, en adaptant aux conditions locales, quelques techniques modernes ou passées (fenaison manuelle) des pays tempérés. Dans la plupart des situations, il faudra sans doute continuer à adapter le potentiel génétique des animaux et leur exploitation au faible niveau de ressources fourragères disponibles pendant la saison sèche, dont la longueur est de plus, beaucoup plus variable d'une année à l'autre que celle de l'hiver sous nos climats.

Références bibliographiques

ABDEL-MAKIK W.H., ABOU-RAYA A.K., MAKKY A.M., HATHOUT M.K., 1973. Effect of chopping and molasses addition on the nutritional qualities of trench silage prepared from the first cut of clover-ryegrass mixture. 4. Studies on silage consumption and milk production with Friesian cows. *Agric. Res. Rev.*, 51, 4, 81-89.

AGUILERA G.R., 1975. Dynamics of the fermentation of tropical grass silage. 1. Elephant grass (*P. purpureum*) without additives. *Cuban J. agric. Sci.*, 9, 227-235.

ALDER F.E., Mc LEOD D.St L., GIBBS B.G., 1969. Comparative feeding values of silages made from wilted and unwilted grass and grass/clover herbage. *J. br. Grassl. Soc.*, 24, 199-206.

ALDERMAN G., COLLINS F.C., DOUGALL H.W., 1971. Laboratory methods of predicting feeding value of silage. *J. br. Grassl. Soc.*, 26, 109-111.

ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., 1974. Valeur alimentaire du maïs fourrage. 2. Influence du stade de végétation, de la variété, du peuplement, de l'enrichissement en épis et de l'addition d'urée sur la digestibilité et l'ingestibilité de l'ensilage de maïs. *Ann. Zootech.*, 23, 1-25.

ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., 1974. Valeur alimentaire du maïs fourrage. 3. Influence de la composition et des caractéristiques fermentaires sur la digestibilité et l'ingestibilité des ensilages de maïs. *Ann. Zootech.*, 23, 27-43.

ANDRIEU J., 1976. Factors affecting the composition and nutritive value of ensiled whole-crop maize. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1, 381-392.

BARRY T.N., FENESEY P.F., DUNCAN S.J., 1973. Effect of formaldehyde treatment on the chemical composition and nutritive value of silage. 3. Voluntary intake, liveweight gain and wool growth in sheep fed the silages with and without intraperitoneal supplementation with DL-methionine. *N. Z. J. agric. Res.*, 16, 64-68.

BARRY T.N., 1976. Effects of intraperitoneal injections of DL-methionine on the voluntary intake and wool growth of sheep fed sole diets of hay, silage and pasture differing in digestibility. *J. agric. Sci.*, 86, 141-149.

BARRY T.N., COOK J.E., WILKINS R.J., 1978a. The influence of formic acid and formaldehyde additives and type of harvesting machine on the utilization of nitrogen in lucerne silages. 1. The voluntary intake and nitrogen retention of young sheep consuming the silages with and without intraperitoneal supplements of DC-methionine. *J. agric. Sci.*, Cambridge, 91, 701-715.

BARRY T.N., MUNDELL D.C., WILKINS R.J., BEEVER D.E., 1978b. The influence of formic acid and formaldehyde additives and type of harvesting machines on the utilization of nitrogen in lucerne silages. 2. Changes in amino-acid composition during ensiling and their influence on nutritive value. *J. agric. Sci.*, Cambridge, 91, 717-725.

BELYEA R.L., COPPOCK C.E., LAKE G.B., 1975. Effects of silage diets on health reproduction, blood metabolites of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 58, 1336-1346.

BEEVER D.E., THOMSON D.J., CAMMELL S.B., 1976. The digestion of frozen and dried grass by sheep. *J. agric. Sci.*, Cambridge, 86, 443-452.

BEEVER D.E., 1980. The utilization of protein in conserved forage. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, Brighton, 131-143.

BENHAM C.L., REDMAN P.L., 1980. Preservation of moist hay. A review. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, Brighton, 88-95.

BERTILSSON J., BURSTEDT E., KNUTTSON P.G., 1980a. The voluntary intake of hay and silage fed to dairy cows with different levels of concentrate. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, Brighton, 372-374.

BERTILSSON J., 1980b. Hay and silage fed to dairy cows on restricted feeding regimes. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, Brighton, 375-378.

BISHOP A.H., BIRRELL H.A., 1975. Effect of stocking rate, fodder conservation and grazing management on the performance of wether sheep in south-west Victoria. *Aust. J. agric. Res.*, 15, 173.

BLAXTER R.L., WILSON R.S., 1963. The assessment of a crop husbandry technique in terms of animal production. *Anim. Prod.*, 5, 27-42.

BOLSEN K., 1981. Commercial additive trials. *Report of progress* 394. Agricultural experiment Station Kansas State University 52-78.

BOUSSET J., FATIANOFF N., GOUET Ph., CONTREPOIS M., 1972. Ensilages gnotoxéniques de fourrages. 1. Catabolisme des glucides et métabolisme fermentaire dans les ensilages gnotoxéniques de luzerne, fétuque et ray-grass. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, 12, 453-477.

BREIREM K., HOMB T., PRESTHEGGE K., ULVESLI O., 1959. Some results from 15 years research on grassland products in the feeding of ruminants. *Meld. Nor. Landbrukshoegsk.*, 38, 1-33.

BREIREM K., ULVESLI O., 1960. Ensiling methods. *Herb. Abstr.*, 30, 1-18.

BROWN L.D., HILLMAN D., LASSITER C.A., HUFFMAN C.F., 1963. Grass silage versus hay for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 46, 407-410.

BRYANT A.M., 1976. The utilization of whole grain in maize silage by cattle. *Proc. N. Z. Soc. anim. Prod.*, 36, 76-80.

BUTTERWORTH M.H., 1967. The digestibility of tropical grasses. *Nutr. Abstr. Rev.* 37, 349-368.

CASTLE M.E., WATSON J.N., 1969. The effect of level of protein in silage on the intake and production of dairy cows. *J. br. Grassl. Soc.*, 24, 187-192.

- CASTLE M.E., WATSON J.N., 1970. Silage and milk production. A comparison between grass silages made with and without formic acid. *J. br. Grassl. Soc.*, **25**, 65-70.
- CASTLE M.E., WATSON J.N., 1970. Silage and milk production. A comparison between wilted and unwilted grass silages made with and without formic acid. *J. br. Grassl. Soc.*, **25**, 278-284.
- CASTLE M.E., WATSON J.N., 1973. Silage and milk production. A comparison between wilted grass silages made with and without formic acid. *J. br. Grassl. Soc.*, **28**, 73-80.
- CASTLE M.E., WATSON J.N., 1974. Red clover silage for milk production. *J. br. Grassl. Soc.*, **29**, 101-108.
- CASTLE M.E., WATSON J.N., 1976. Silage and milk production. A comparison between barley and dried grass as supplements to silage of high digestibility. *J. br. Grassl. Soc.*, **31**, 191-195.
- CASTLE M.E., RETTER W.C., WATSON J.N., 1979. Silage and milk production : comparisons between grass silage of three different chop lengths. *Grass Forage Sci.*, **34**, 293-301.
- CATCHPOLE V.R., WILLIAMS W.T., 1969. The general pattern in silage fermentation in two subtropical grasses. *J. br. Grassl. Soc.*, **24**, 317-324.
- CATCHPOLE V.R., HENZELL E.F., 1971. Silage and silage-making from tropical herbage species. *Herb. Abstr.*, **41**, 213-221.
- CAYLEY J.W.D., BISHOP A.H., KENTISH T.D., 1970. Methods of conserving hay for feeding sheep in autumn. *Proc. aust. Soc. anim. Prod.*, **8**, 488-492.
- CHENOST M., 1975. La valeur alimentaire du Pangola (*Digitaria decumbens*) et ses facteurs de variation en zone tropicale humide. *Ann. Zootech.*, **24**, 327-349.
- CLANCY M., WANGSNESS P.J., BAUMGARD B.R., 1977. Effect of silage extract on voluntary intake, rumen fluid constituents and rumen mobility. *J. Dairy Sci.*, **60**, 580-590.
- COLE R.J., KIRKSEY J.W., DORNER J.W., WILSON D.M., JOHNSON J.C. Jr., JOHNSON A.N., BEDELL D.M., SPRINGER J.P., CHEXAL K.K., CLARDY J.C., COX R.H., 1977. Mycotoxins produced by *Aspergillus fumigatus* species isolated from molded silage. *J. agric. Food Chem.*, **25**, 826-830.
- COLLINS D.P., DRENNAM M.J., FLYNN A.V., 1977. Potential of Irish grassland for beef production. *Proceedings of the international Meeting on Animal Production from temperate Grassland*, Dublin, Editor : B. Gilsenan, June 1977, 12-19.
- CONRAD H.R., HIBBS J.W., PRAT A.D., DAVIS R.R., 1961. Nitrogen metabolism in dairy cattle. 1. The influence of grain and meadow crops harvested as hay, silage or soilage on the efficiency of nitrogen utilization. *J. Dairy Sci.*, **44**, 85-95.
- COPPOCK C.E., STONE J.B., 1968. Corn silage in the ration of dairy cattle. A review. New-York State College of Agriculture. *Cornell Miscellaneous Bulletin*, 89.
- COPPOCK C.E., 1969. Problems associated with all corn silage feeding. *J. Dairy Sci.*, **52**, 848-857.
- DANASOURY M.S., EL-NOUBY H.M., MAKKY A., 1971a. Yield and losses of dry matter and nutrients in berseem hay (*Egyptian clover*) cured by ground or tripod methods. *Agric. Res. Rev.*, **49**, 121-130.
- DANASOURY M.S., EL-NOUBY H.M., MAKKY A., 1971b. Composition and feeding value of green berseem (*Egyptian clover*) and its hay cured by ground and tripod methods. *Agric. Res. Rev.*, **49**, 131-139.
- DAVIES G.M., 1965. Some problems of forage conservation in the humid tropics and their possible solution. *Proceedings 9th International Grassland Congress*, Sao Paulo. Vol. 1, 649-652.
- De BRABANDER D.L., AERTS J.V., BOUCQUE C.H., BUYASSE Fs., 1977. Valeur alimentaire et ingestion d'herbe sous différentes formes de conservation chez les vaches laitières. *Rev. Agric.*, **1**, 109-130.
- DEMARQUILLY C., 1969. Valeur alimentaire du maïs fourrage. 1. Composition chimique et digestibilité du maïs sur pied. *Ann. Zootech.*, **18**, 17-32.
- DEMARQUILLY C., JARRIGE R., 1969. The effect of method of forage conservation on digestibility and voluntary intake. *Proceedings of the 11th International Grassland Congress*. Surfers Paradise. (M.J.T. Norman Editor) 733-737.
- DEMARQUILLY C., 1970. Influence de la déshydratation à basse température sur la valeur alimentaire des fourrages. *Ann. Zootech.*, **19**, 45-51.
- DEMARQUILLY C., DULPHY J.P., 1972. Influence de la machine de récolte sur la valeur alimentaire des ensilages. 1. Résultats préliminaires. *Ann. Zootech.*, **21**, 163-173.
- DEMARQUILLY C., 1973. Composition chimique, caractéristiques fermentaires, digestibilité et quantité ingérée des ensilages de fourrages verts : modifications par rapport au fourrage vert initial. *Ann. Zootech.*, **22**, 1-35.
- DEMARQUILLY C., JARRIGE R., 1974. The comparative nutritive value of grasses and legumes. In *Quality of herbage*, Växteodling, **28**, 33-41.
- DEMARQUILLY C., DULPHY J.P., 1977. Effect of ensiling on feed intake and animal performance. *Proceedings of the International Meeting on Animal production from temperate grasslands*, Dublin, Editor : B. Gilsenan, 53-61.
- DESWYSEN A., EHRLEIN H.J., 1979. Radiography of intake and (pseudo) rumination behaviour. *Ann. Rech. vét.*, **10**, 208-210.
- DESWYSEN A., 1980. Influence de la longueur des brins et de la concentration en acides organiques des silages sur l'ingestion volontaire chez les ovins et les bovins. Thèse Doctorat Université catholique de Louvain, 254 p.
- DIALLO S., PUGLIESE P.L., CALVET H., 1976. Nutrition des bovins tropicaux dans le cadre des élevages extensifs sahéliens. Mesures de consommation et appréciation de la digestibilité et de la valeur alimentaire des fourrages. *Rev. Elev. Med. vét. des Pays tropicaux*, **29**, 233-246.
- DULPHY J.P., 1972. Etude de quelques relations entre le mode de conservation du fourrage ingéré et le comportement alimentaire et mérycique des moutons. *Ann. Zootech.*, **21**, 429-442.
- DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1972. Influence de la finesse de hachage des ensilages de graminées sur le comportement alimentaire des moutons. *Ann. Zootech.*, **21**, 443-451.
- DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1973. Influence de la machine de récolte et de la finesse de chachage sur la valeur alimentaire des ensilages. *Ann. Zootech.*, **22**, 199-217.
- DULPHY J.P., BECHET G., THOMSON E., 1975. Influence de la structure physique et la qualité de conservation des ensilages de graminées sur leur ingestibilité. *Ann. Zootech.*, **24**, 1, 81-94.
- DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1975. Influence de la machine de récolte sur la valeur des ensilages de graminées pour les génisses de race laitière. *Ann. Zootech.*, **24**, 3, 351-362.
- DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1975. Influence de la machine de récolte sur les quantités d'ensilage ingérées et les performances des vaches laitières. *Ann. Zootech.*, **24**, 3, 363-371.
- DULPHY J.P., MICHALET B., 1975. Influence comparée de la machine de récolte sur les quantités d'ensilage ingérées par des génisses et des moutons. *Ann. Zootech.*, **24**, 4, 757-763.

- DULPHY J.P., ANDRIEU J.P., 1976. Bilan de conservation des ensilages d'herbe. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, 25, 33-34.
- DULPHY J.P., ANDRIEU J.P., 1977. Incorporation de pulpe mélassée de betteraves dans l'ensilage d'herbe : utilisation par les vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, 29, 23-28.
- DULPHY J.P., ANDRIEU J.P., DEMARQUILLY C., 1980. Etude de la valeur azotée d'ensilages d'herbe additionnés ou non d'acide formique pour les vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, 40, 27-33.
- DULPHY J.P., 1980. The intake of conserved forages. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium 11, British Grassland Society, 107-121.
- DUNLOP R.H., 1972. Pathogenesis of ruminant lactic acidosis. *Adv. vet. Sci. comp. Med.*, 16, 259-302.
- DURAND M., ZELTER S.Z., TISSERAND J.L., 1968. Influence de quelques techniques de conservation sur l'efficacité de l'azote de la luzerne chez le mouton. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.* 8, 45-67.
- EGAN A.R., MOIR R.J., 1965. Nutritional status and intake regulation in sheep. 1. Effects of duodenally infused single doses of casein, urea and propionic upon voluntary intake of a low-protein roughage by sheep. *Aust. J. agric. Res.*, 16, 437-449.
- EKERN A., VIK-MO L., 1979. Conserved forage as feeds for dairy cows. In *Feeding strategy for the high yielding dairy cow*. Editor : W.H. Broster and H. Swan. Granada Publication, London, 322-373.
- ESCOULA L., LE BARS J., LARRIEU G., 1972. Etudes sur la mycoflore des ensilages : mycoflore des fronts de coupe d'ensilage de graminées fourragères. *Ann. Rech. vét.*, 3, 469-481.
- EL SERAFY A.M., GOODRICH R.D., MEISKE J.C., 1974. Influence of degree of fermentation on the utilization of energy from alfalfa-brome forages. *J. anim. Sci.*, 39, 780-787.
- FERREIRA J.J., SILVA J.F.C. DA, GOMIDE J.A., 1974. Effect of growth stage, wilting and the addition of cassava scrapings on the nutritive value of elephant grass silage (*Pennisetum purpureum* Schum). *Herb. Abstr.*, 44, 3807.
- FISHER L.J., LESSARD J.R., LODGE G.A., 1971. Utilization of formic acid treated sorghum-sudan by dairy cows. *Can. J. anim. Sci.*, 51, 371-376.
- FLYNN A.V., WILSON R.K., 1977. Effects of formic acid on the chemical composition and feeding value of grass silages. *Proceedings of the International Meeting on Animal Production from temperate grasslands*. Editor : B. Gilsenan, Dublin, June 1977, 158.
- FORBES T.J., JACKSON N., 1971. A study of the utilization of silages of different dry-matter content by young beef cattle with or without supplementary barley. *J. br. Grassl. Soc.*, 26, 257-264.
- FOX J.B., BROWN S.M., Mc CULLOUGH I.I., 1972. Silage for beef production : the effects of formic acid and molasses on nutrient losses and feeding value of direct ensiled autumn grass. *Rec. agric. Res.*, 20, 45-51.
- GIARDINI A., GASPARI F., VECCHIETTINI M., SCHENONI P., 1976. Effect of maize silage harvest stage on yield, plant composition and fermentation losses. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1, 313-326.
- GOERING H.K., WALDO D.R., 1981. Ammonia addition to whole-corn plant at ensiling. *Proceedings Maryland nutrition conference for feed manufactures*, 65-72.
- GOFFART A., 1877. Manuel de la culture et de l'ensilage du maïs et autres fourrages verts. Masson, Paris, 259 p.
- GOODRICH R.D., MEISKE, 1971. The use of corn-silage in feedlot rations. In *International Silage Research Conference*. Washington, 123-140.
- GORDON C.H., DERBYSHIRE J.C., WISEMAN H.G., KANE E.A., MELVIN C.G., 1961. Preservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage and direct-cut silages. *J. Dairy Sci.*, 44, 1299-1311.
- GORDON F.J., 1979. The effect of protein content of the supplement for dairy cows with access *ad libitum* to high digestibility, wilted grass silage. *Anim. Prod.*, 28, 183-189.
- GORDON F.J., Mc MURRAY C.H., 1979. The optimum level of protein in the supplement for dairy cows with access to grass silage. *Anim. Prod.*, 29, 283-291.
- GORDON F.J., 1980a. The response of spring-calving cows to a high level of protein in the supplement given with grass silage during early lactation. *Anim. Prod.*, 30, 23-28.
- GORDON F.J., 1980b. The effect of silage type on the performance of lactating cows and the response to high levels of protein in the supplement. *Anim. Prod.*, 30, 29-37.
- GOUET Ph., GIRARDEAU J.P., RIOU Y., 1977. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by defined lactic microflora in gnotobiotic silages of lucerne, fescue, rye-grass and maize influence of dry matter and temperature. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 26, 297-305.
- GREENHALGH J.F.D., WAINMANN F.W., 1980. The utilization of energy in conserved forages. In *Forage conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium 11, British Grassland Society, 122-130.
- GRENET E., DEMARQUILLY C., 1981. Nitrogen value of forages. In *the 14th International Grassland Congress*, Lexington.
- GRIEVE D.G., STONE J.B., Mc LEOD, G.K., CURTIS R.A., 1980. All silage Forage Programs for Dairy Cattle. 2. Performance through three lactations. *J. Dairy Sci.*, 63, 594-601.
- HAMILTON R.I., CATCHPOLE V.R., LAMBOURNE L.D., KERR J.D., 1978. The preservation of a *Nandi setaria* silage and its feeding value for dairy cows. *Aust. J. exp. Agric. anim. Husb.*, 18, 16-24.
- HARRIS C.E., RAYMOND W.F., 1963. The effect of ensilage on crop digestibility. *J. br. Grassl. Soc.*, 18, 204-212.
- HENKE G., LAMBE W., 1968. Untersuchungen zur Heilbluttröschung von Grünfutter. 2. Mitteilung Verluste an verdaulichen Nährstoffen. *Arch. Tierernähr.*, 18, 437-446.
- HINKE C.E., EDWARDS I.E., 1974. The intake and utilization of silages by Friesian steers. *Proc. br. Soc. anim. Prod.*, 3, 89.
- HINKS C.E., EDWARDS I.E., HENDERSON A.R., 1976. Beef production from formic acid-treated and wilted silages. *Anim. Prod.*, 22, 217-224.
- HODEN A., GAREL J.P., JOURNET M., LIENARD G., WEGAT-LITRE E., 1981. Foin, ensilage d'herbe ou ration mixte pour les vaches laitières en zone de demi-montagne et niveau optimum de complémentation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, 43, 15-20.
- HOLTER J.B., URBAN W.E., KENNETT W.S. Jr., SNIFFEN C.J., 1973. Corn-Silage with and without grass hay for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 56, 915-922.
- HOLTER J.B., URBAN W.E., DAVIS H.A., 1976. Hay crop silage versus hay in a mixed ration for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 59, 1087-1099.
- HONIG H., 1967. Gärvorgang, verluste und qualität bei der konservierung von mähweidegras mit unterschiedlichem trockensubstanzgehalt. Das wirtschaftseigene Futter, 13, 287-298.
- HONIG H., WOOLFORD M.K., 1980. Changes in silage on exposure to air. In *Forage conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium 11, British Grassland Society, 76-87.

- HONIG H., 1980. Mechanical and respiration losses during pre-wilting of grass. In *Forage conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium 11, British Grassland Society, 201-204.
- HUBER J.T., THOMAS J.W., EMERY R.S., 1968. Response of cows fed ureatreated corn silage harvested at various stages of maturity. *J. Dairy Sci.*, **51**, 1806-1816.
- HUBER J.T., THOMAS J.W., 1971. Urea-treated corn silage in low protein rations for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, **54**, 224-230.
- HUBER J.T., 1975. Protein and non-protein utilization in practical dairy rations. *J. anim. Sci.*, **41**, 954-960.
- HUBER J.T., FOLDAGER J., SMITH T.E., 1979. Nitrogen distribution in corn silage treated with varying levels of ammonia. *J. anim. Sci.*, **48**, 1509-1515.
- HUNTER R.A., Mc INTYRE B.L., Mc ILROY R.J., 1970. Water-soluble carbohydrates of tropical pasture grasses and legumes. *J. Sci. Food Agric.*, **21**, 402-405.
- HUTCHINSON K.J., 1971. Productivity and energy flow in grazing/fodder conservation systems. *Herb. Abstr.*, **41**, 1-10.
- HUTCHINSON K.J., WILKINS R.J., OSBOURN D.F., 1971. The voluntary intake of silage by sheep. 3. The effects of post-ruminal infusions of casein on the intake and nitrogen retention of sheep given silage *ad libitum*. *J. agric. Sci., Cambridge*, **77**, 545-547.
- Institut National de la Recherche Agronomique, 1978. *Alimentation des Ruminants*. INRA Publ., Versailles, 89-128.
- Institut Technique des Céréales et des Fourrages. Comptes-rendus d'expérience : Confrçon 15, Confrçon 17, Quimper 22, Vaux/Aure 204, Vaux/Aure 308, Boigneville 410, Boigneville 412.
- Institut Technique de l'Elevage Bovin. Comptes-rendus d'expérience : Blain T 06, Blain T 07, Blain 7706.
- JACKSON N., FORBES T.J., 1970. The voluntary intake by cattle of four silages differing in dry matter content. *Anim. Prod.*, **12**, 591-599.
- JARRIGE R., DEMARQUILLY C., DULPHY J.P., 1974. The voluntary intake of forages. In *Quality of herbage*, Växtodling 28, 98-106.
- JARRIGE R., DEMARQUILLY C., HODEN A., JOURNET M., BERANGER C., GEAY Y., MALTERRE C., MICOL D., PETIT M., ROBELIN J., 1979. Le système des Unités d'encombrement. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **38**, 57-79.
- JARRIGE R., 1980. Place of Herbivores in the agricultural ecosystems. In *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. Ed. : Y. Ruckebusch et P. Thivend. MTP Press Limited, Lancaster, England, 763-823.
- JOHNSON R.R., Mc LURE K.E., 1968. Corn plant maturity. 4. Effects on digestibility of corn silage in sheep. *J. anim. Sci.*, **27**, 535-540.
- JOURNET M., REMOND B., 1981. Response of dairy cows to protein level in early lactation. *Livestock Prod. Sci.*, **8**, 21-35.
- KLINNER W.E., SHEPPERSON G., 1975. The state of haymaking technology. A review. *J. br. Grassl. Soc.*, **30**, 259-266.
- KLINNER W.E., HALE O.D., 1980. Engineering developments in the field treatment of green crops. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas, Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, 224-228.
- LACEY J., LORD K.A., CAYLEY G.R., 1980. Problems of hay preservation with chemicals. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, 53-60.
- LANCASTER R.J., REARDON T.F., 1973. Grass silage with formic acid. *N. Z. J. Agric.*, **127**, 30-31.
- LANCASTER R.J., 1976. Effect of formaldehyde-treated casein and methionine on the intake of silage by sheep. *Proc. N. Z. Soc. anim. Prod.*, **36**, 127.
- LANGLANDS J.P., 1969. The feed intake of sheep supplemented with varying quantities of wheat while grazing pastures differing in herbage availability. *Aust. J. agric. Res.*, **20**, 919-924.
- LEVITT M.S., HEGARTY A., RADEL M.J., 1964. Studies on grass silage from predominantly *Paspalum dilatatum* pastures in south-eastern Queensland. 2. Influence of length of cut on silages with and without molasses. *Queensl. J. agric. Sci.*, **21**, 181-192.
- LEWIS J., HARRIS C.E., 1980. Plant and swath limits to drying. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, 53-50.
- LOGAN V.S., HAYDON P.S., 1964. The effect of moisture content of forage stored in polyvinyl silos on intake and performance of dairy cows. *Can. J. anim. Sci.*, **44**, 125-131.
- Mc CARRICK R.B., 1966. Effect of method of grass conservation and herbage maturity on performance and body composition of beef cattle. *Proc. of the 10th int. Grassl. Congr. Helsinki*, Section 2, 53, 575-580.
- Mc CULLOUGH M.E., 1978. Fermentation of silage. A review. National Feed Ingredients Association. West Des Moines, Iowa, 332 p.
- Mc DONALD P., HENDERSON A.R., WHITTENBURY R., 1966. The effect of temperature on ensilage. *J. Sci. Food Agric.*, **17**, 476-480.
- Mc DONALD P., 1973. The ensilage process. In *Chemistry and biochemistry of herbage*. Editors : G.W. Butler and R.W. Bailey. Academic Press, London and New York, volume 3, 33-60.
- Mc DONALD P., HENDERSON A.R., RALTON I., 1973. Energy changes during ensilage. *J. Sci. Food Agric.*, **24**, 827-834.
- Mc DONALD P., EDWARDS R.A., 1976. The influence of conservation methods on digestion and utilization of forages by ruminants. *Proc. Nutr. Soc.*, **35**, 201-211.
- Mc GUFFEY R.K., OWENS M.J., 1979. Effect of covering and dry matter at ensiling on preservation of alfalfa in bunker silos. *J. anim. Sci.*, **49**, 298-305.
- Mc ILMOYLE W.A., 1976. Effect of silage additives on the intake and performance of male calves and steers. *Anim. Prod.*, **22**, 321-328.
- Mc ILMOYLE W.A., MURDOCH J.C., 1977. The effect of concentrate barley and dried grass on the voluntary intake of different silages. *Anim. Prod.*, **24**, 393-400.
- Mc ILMOYLE W.A., 1977. Animal production from different systems of conservation. *Proc. of the int. Meet. on anim. Prod. from temp. Grassl.* Editor : B. Gilsenan, Dublin, 62-66.
- Mc ILMOYLE W.A., Mc DOUGALL I., 1977. Formic acid as a pre-harvest treatment of grass for silage and its effect on nutritive value for beef production. *Anim. Prod.*, **24**, 126-127.
- Mc ILMOYLE W.A., STEEN R.W.J., 1979. The potential of conserved forage for beef production. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, 144-153.
- Mc ILMOYLE W.A., MURDOCH J.C., 1979. Effect of formic acid and a formalin and sulphuric acid mixture on the intake and digestibility of grass silage. *Anim. Prod.*, **28**, 223-229.
- MALTERRE C., 1976. Different ways of using the maize crop for beef production. In *Improving the Nutritional Efficiency of Beef Production*. Editors : J.C. Tayler and J.M. Wilkinson. Publication EUR 5488. Commission of the European Communities, Brussels, Belgium, 140-164.

- MARSH R., 1976. Intake by and performance of early-weaned calves offered unwilted or wilted silage supplemented with a cereal and protein concentrate of dried grass. *Anim. Prod.*, **22**, 311-320.
- MARSH R., 1978. A review of the effects of mechanical treatments of forages on fermentation in the silo and on feeding value of the silages. *N. Z. J. exp. Agric.*, **6**, 271-278.
- MARSH R., 1979. The effects of wilting on fermentation in the silo and on the nutritive value of silage. *Grass Forage Sci.*, **34**, 1-9.
- MARTIN J., BUYASSE F., 1953. Proefnemingen over de invloed van hakselen in voordrogen op het on bewaringsproces van groenvoeders. *Meded. Landbouwhogeschool Gent*, **18**, 565-591.
- MASKOVA H., HAVELICK J., 1969. Gärverlang und verluste in hochsilos. *Das wirtschaftseigene Futter*, **15**, 165-184.
- MELOTTI L., BOIN C., SCHNEIDER B.H., 1968. Trials on the apparent digestibility of silages of sorghum, maize and Napier grass. *Bol. Ind. anim.*, **25**, 187-195.
- MELOTTI L., BOIN C., LOBAO A.O., 1969. Digestion trial to determine the nutritive value of sorghum silage (*Sorghum vulgare* Pers) Santa Eliza - variety. *Bol. Ind. anim.*, **26**, 321-334.
- MERRILL W.G., SLACK S.T., 1965. Feeding value of perennial forages for dairy cows. A review. Animal Sciences mimeo. Series n°3. Cornell University.
- MICHALET B., 1975. *Recherches sur les causes des variations des quantités d'ensilage d'herbe ingérées par les ruminants*. Thèse Docteur Ingénieur, Université de Nancy.
- MILLER T.B., BLAIR RAINS A., THORPE R.J., 1964. The nutritive value and agronomic aspects of some fodders in northern Nigeria. 3. Hays and dried crop residues. *J. br. Grassl. Soc.*, **19**, 77-80.
- MILLER W.J., CLIFTON C.M., 1965. Relation of dry matter content in ensiled material and other factors to nutrient losses by seepage. *J. Dairy Sci.*, **48**, 917-923.
- MINSON D.J., Mc LEOD M.N., 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. *Proc. 11th int. Grassl. Congr.*, Surfers'Paradise, 719-722.
- MO M., FYRILEIV E., 1979. Methods of estimating ensiling losses. *Acta Agric. scand.*, **29**, 49-64.
- MOORE L.A., THOMAS J.W., SYKES J.F., 1960. The acceptability of grass/legume silage by dairy cattle. In *Proc. of the 8th int. Grassl. Congr.* Reading, 701-704.
- MOORE J.E., MOTT G.O., 1973. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In *Antiquity components of forages*. Editor : A.G. Matches. Crop Science Society of America, Madison, 53-98.
- MORRIS J.G., 1968. The survival feeding of beef cattle during drought. *Proc. austr. Soc. anim. Prod.*, **7**, 20-39.
- MORRIS J.G., LEVITT M.S., 1968. The intake and digestibility of silages made from *Dolichos lablab* L. alone and with *Sorghum* cv. Sugardrip. *Proc. austr. Soc. anim. Prod.*, **7**, 78-85.
- MORRISON J., 1960. Recent developments in the production and feeding of grass silage. In *Proc. of the 8th int. Grassl. Congr.* Reading, 693-697.
- MORRISON I.M., 1979. Changes in the cell-wall components of laboratory silages and the effect of various additives on these changes. *J. agric. Sci.*, Cambridge, **93**, 581-586.
- MORROW D.A., 1976. Fat cow syndrome. *J. Dairy Sci.*, **59**, 1625-1629.
- MOSNIER M., PAPIN C., 1978. Qualité de conservation et bilans de silo. *Perspect. agric.* **15**, 80-89.
- MURDOCH J.C., BALCH D.A., HOLDSWORTH M.C., WOOD M., 1955. The effect of chopping, lacerating and wilting of herbage on the chemical composition of silage. *J. br. Grassl. Soc.*, **10**, 181-188.
- MURDOCH J.C., 1960. The effect of pre-wilting herbage on the composition of silage and its intake by cows. *J. br. Grassl. Soc.*, **15**, 70-73.
- MURDOCH J.C., 1962. Silage for dairy cows. *J. br. Grassl. Soc.*, **17**, 133-137.
- MURDOCH J.C., 1962. The effect of type of concentrate on milk production when silage is the only roughage offered to cows. *J. br. Grassl. Soc.*, **22**, 95-99.
- MURDOCH J.C., ROOK J.A.F., 1963. A comparison of hay and silage for milk production. *J. Dairy Res.*, **30**, 391-397.
- NIEDERMEIER R.P., BAUMGARDT B.R., ZHENER C.E., 1961. Digestibility, consumption and milk production by cows fed low moisture (43 p.100) vs. wilted (68 p.100) grass silage as the only roughage. *J. anim. Sci.*, **20**, 962, abstract 251.
- NOBLE A., LOWE K.F., 1974. Alcohol-soluble carbohydrates in various tropical and temperate pasture species. *Trop. Grassl.*, **18**, 179-187.
- NOTERMANS S., KOSAKI S., Van SCHOTHORST M., 1979. Toxin production by *Clostridium botulinum* in grass. *Appl. environ. Microbiol.*, **38**, 767-771.
- OHYAMA Y., MASAKI S., 1974. Effects of ensilage temperature on silage fermentation with special reference to the stage of the temperature treatment and soluble carbohydrate content of the material. *Jpn. J. zootech. Sci.*, **45**, 419-423.
- OHYAMA Y., MASAKI S., HARA S., 1975. Factors influencing aerobic deterioration of silages and changes in chemical composition after opening silos. *J. Sci. Food Agric.*, **26**, 1137-1147.
- OWEN F.G., 1967. Factors affecting nutritive value of corn and sorghum silages. *J. Dairy Sci.*, **50**, 404-416.
- OWEN T.R., BLAIR T., 1977. Forage conservation research. *J. Sci. Food Agric.*, **28**, 317.
- PAPENDICK K., 1974. Losses in the handling and conservation of forages. In *Quality of herbage*. Växtodling **28**, 81-89.
- PHIPPS R.H., 1978. Utilization of maize silage for milk production. In *Forage maize*. Editors : E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson and R.E. Gunn. Agricultural Research Council, London, 263-295.
- PIKE I.H., 1972. A nutritional evaluation of silage made using formic, acetic and hydrochloric, or hydrochloric acid. *Proc. br. Soc. anim. Prod.*, **130**.
- PRESTEGGHE K., 1959. Forsøk med grasprodukter til storfe. Fôringsforsøkene. Beretning n°193.
- PRESTON T.R., LENG R.A., 1978. Sugar cane as a cattle feed : nutritional constraints and perspectives. *World anim. Rev.*, **27**, 2-12.
- PRESTON T.R., LENG R.A., 1980. Utilization of tropical feeds by ruminants. In *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. Editors : Y. Ruckebusch and P. Thivend. MTP Press Limited, Lancaster, England, 621-640.
- PRYM R., WEISSBACH F., 1977. Changes in feeding value of preserved grass and legumes by the action of high temperatures. *Proc. 13th int. Grassl. Congr.*, Leipzig, volume II, 1387-1389.
- PUECH R., TISSERAND J.L., ZELTER S.Z., 1968. Influence de la qualité de l'ensilage sur l'évolution de la cétonémie post-prandiale chez le mouton. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **8**, 69-79.

RAYMOND F., SHEPPERSON G., WALTHAM R., 1972. Forage conservation and feeding. Farming Press Limited, 175p.

ROFFLER R.E., NIEDERMEIER R.P., BAUMGARDT B.R., 1963. Evaluation of alfalfa-brome forage stored as wilted silage, low moisture silage and hay. *J. Dairy Sci.*, **46**, 632, abstract 61.

ROFFLER R.E., NIEDERMEIER R.P., BAUMGARDT B.R., 1967. Evaluation of alfalfa-brome forage stored as wilted silage, low moisture silage and hay. *J. Dairy Sci.*, **50**, 1805-1813.

ROGERS G.L., BRYANT A.M., Mc LEAY L.M., 1979. Silage and dairy cow production. 3. Abomasal infusions of casein, methionine, and glucose and milk yield and composition. *N. Z. J. agric. Res.*, **22**, 533-541.

ROY J.H.B., BALCH C.C., MILLER E.R., ORSKOV E.R., SMITH R.H., 1977. Calculation of the N-requirements for ruminants from nitrogen metabolism studies. In *Protein Metabolism and Nutrition*. EAAP Publication 22, 126-129.

RUTHENBERG H., 1971. *Farming systems in the Tropics*. Oxford, Clarendon Press.

RUXTON I.B., CLARK B.J., Mc DONALD P., 1975. A review of the effects of oxygen on ensilage. *J. br. Grassl. Soc.*, **30**, 23-29.

SAUE O., BREIREM L., 1969. Comparison of formic acid silage with other silages and dried grassland products in feeding experiments. In *Crop Conservation and Grassland. Proc. of the 3rd gen. Meet. of the eur. Grassl. Fed.*, 282-284.

SCHÖLLHORN J., SZOKOLAI P., 1980. Losses of dry matter, crude protein and digestible protein by preservation through barn drying. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n°11, British Grassland Society, 234-237.

SCHUKKING S., 1976. *The history of silage making*. Stikstof 19, 2-11.

SCHUKKING S., OVERVEST J., 1980. Direct and indirect losses caused by wilting. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n°11, British Grassland Society, 210-213.

SEMPLE J.A., GRIEVE C.M., OSBOURN D.F., 1966. The preparation and feeding value of Pangola grass silage. *Trop. Agric., Trinidad*, **43**, 251-255.

SHEPPERSON G., 1960. Effect of time of cutting and method of making on the feed value of hay. *Proc. 3th int. Grassl. Congr.* Reading, 704-708.

SIDDONS R.C., EVANS R.T., BEEVER D.E., 1979. The effect of formaldehyde treatment before ensiling on the digestion of wilted grass silage by sheep. *Br. J. Nutr.*, **42**, 535-545.

SLYTER, LEONARD L., 1976. Influence of acidosis on rumen function. *J. anim. Sci.*, **43**, 910-929.

TAYLER J.C., 1967. Nutritive value of conserved feeds for ruminants. *Proceedings of a symposium on Fodder Conservation*. Reading. Wilkins 29-41.

THOMAS J.W., MOORE L.A., SYKES J.F., 1961. Further comparisons of alfalfa hay and alfalfa silage for growing dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, **44**, 862-873.

THOMAS J.W., BROWN L.D., EMREY R.S., BENNE E.J., HUBER J.T., 1969. Comparisons between alfalfa silage and hay. *J. Dairy Sci.*, **52**, 195-204.

THOMAS J.W., BROWN L.D., EMERY R.S., 1970. Corn silage compared to alfalfa hay for milking cows when fed various levels of grain. *J. Dairy Sci.*, **53**, 342-350.

THOMAS J.W., 1978. Preservatives for conserved forage crops. *J. anim. Sci.*, **47**, 721-735.

THOMAS P.C., KELLY N.C., CHAMBERLAIN D.G., 1980. Silage. *Proc. Nutr. Soc.*, **39**, 257-264.

THOMSON D.J., 1977. The role of legumes in improving the quality of forage diets. In *Proceedings International Meeting on Animal Production from Temperate Grassland*. Editor : B. Gilsenan. Dublin, 131-135.

THOMSON D.J., BEEVER D.E., 1980. The effect of conservation and processing on the digestion of forages by ruminants. In *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. Editors : Y. Ruckebusch and P. Thivend. MTP Press Limited, Lancaster, 291-308.

TODD J.R., 1956. Investigations into the chemical composition and nutritive value of certain forage plants at medium altitudes in the tropics. *J. agric. Sci.*, **47**, 225-231.

TRIMBERGER G.W., KENNEDY W.K., TURK K.L., LOOSLI J.K., REID J.F., SLACK S.T., 1955. Effect of curing methods and stage of maturity upon feeding value of roughages. Part. 1. Same levels of grain. Cornell University Agricultural Experiment Station. *Bulletin* 910.

TRIMBERGER G.W., TYRRELL H.F., MORROW D.A., REID J.T., WRIGHT M.J., SHIPE W.F., MERRILL W.G., LOOSLI J.K., COPPOCK C.E., MOORE L.A., GORDON G.H., 1972. Effects of liberal concentrate feeding on health reproductive efficiency, economy of milk production and other related responses of the dairy cows. New-York Food Life Science, Bulletin 8. *Anim. Sci.*, **1**.

TUAH A., OKYERE O., 1974. Preliminary studies on the ensilage of some species of tropical grasses in the Ashanti forest belt of Ghana. *Ghana J. agric. Sci.*, **7**, 81-87.

ULYATT M.J., 1971. Studies on the causes of differences in pasture quality between perennial rye-grass, short-rotation rye-grass and white clover. *N. Z. J. agric. Res.* **14**, 352-367.

VAN BOCKSTAELE E.J., BEHAEGHE T.J., DE BAETS A.E., 1980. Studies on the field losses of wilting grass. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, 205-209.

VANDERSALL J.H., HEMKEN R.W., 1970. All corn silage forage program : effect on consecutive lactations and dry matter consumption. *Proceedings Maryland nutrition conference for feed manufacturers*, 90-92.

VAN DER HONING Y., VAN ES A.J.H., NIJKAMP H.J., TERLUIN R., 1973. Net energy content of Dutch and Norwegian hay and silages in dairy cattle rations. *Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde*, **31**, 149-158.

VERITE R., JOURNET M., 1973. Complémentation des rations à base d'ensilage de maïs en début de lactation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **11**, 41-46.

VERITE R., JOURNET M., JARRIGE R., 1979. A new system for the protein feeding of ruminants : the PDI system. *Livestock Prod. Sci.*, **6**, 349-367.

VERITE R., JOURNET M., REMOND B., 1979. Niveaux de complémentation énergétique des rations d'ensilage de maïs pour les vaches laitières. *Euromais 79*, Cambridge (in press).

VERITE R., DULPHY J.P., 1981. Effet de la nature de l'aliment concentré sur l'ingestion et les performances des vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **45**, 15-21.

VERMA N.C., MUKHERJEE R., 1972. Ensilage of berseem (*Trifolium alexandrinum*). *Indian J. Dairy Sci.*, **25**, 295-296.

VETTER R.L., VON GLANK K.N., 1978. Abnormal silages and silage related disease problems. In *Fermentation of silage*. A review. Editor : M.E. Mac Cullough, National Feed Ingredients Association, West Des Moines. Iowa, 281-332.

VIVIAN G.F., 1970. The effect of two managements practises on the growth of steers between eight and twenty months and on the composition of the grazed pasture. *Aust. J. agric. Res.*, 10, 137-144.

VON BARGEN K., 1978. Maintaining forage quantity and quality in haying systems. In *Advances in hay, silage and pasture quality*, North Carolina State University, 50-57.

VOERMANS J.A.M., 1980. Labour and machine use in forage conservation. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, 46-52.

WALDO D.R., MILLER R.W., SMITH L.W., MOORE L.A., 1967. Additional comparisons of formic acid silage versus hay. *J. Dairy Sci.*, 50, 984, abstract 80.

WALDO D.R., KEYS J.E., SMITH L.W., GORDON C.H., 1971. Effect of formic acid on recovery, intake, digestibility and growth from unwilted silage. *J. Dairy Sci.*, 54, 77-84.

WALDO D.R., KEYS J.E., GORDON C.H., 1973. Preservation efficiency and dairy heifers response from unwilted formic and wilted untreated silages. *J. Dairy Sci.*, 56, 129-136.

WALDO D.R., KEYS J.E., GORDON C.H., 1973. Formaldehyde and formic acid as a silage additive. *J. Dairy Sci.*, 56, 229-232.

WALDO D.R., KEYS J.E., GORDON C.H., 1975. Paraformaldehyde compared with formic acid as a direct-cut silage preservative. *J. Dairy Sci.*, 58, 922-930.

WALDO D.R., 1977. Potential of chemical preservation and improvement of forages. *J. Dairy Sci.*, 60, 306-326.

WALDO D.R., 1978. The use of direct acidification in silage production. In *Fermentation of silage*. A review. Editor : M.E. McCullough. National Feed Ingredients Association, West Des Moines, Iowa, 117-182.

WALDO D.R., TYRRELL H.F., 1980. The relation of insoluble nitrogen intake to gain, energy retention and nitrogen retention in Holstein steers. In *Proceedings of the 3rd European Association for animal production on Protein metabolism and nutrition*, Braunschweig. Editors : H.J. Oslage and K. Rohr. EAAP Publication n° 27, 572-577.

WATSON S.J., NASH M.J., 1960. The conservation of grass and forage crops. Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 758 p.

WEISS Ph., GIRARD P., LEMAITRE G., 1980. Effect of Italian rye-grass conservation methods on quality of silages, dry matter losses in conservation and milk production. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, Brighton, 403-407.

WHITE D.J., 1980. Support energy use in forage conservation. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, Brighton, 33-45.

WILKINS R.J., HUTCHINSON K.J., WILSON R.F., HARRIS C.E., 1971. The voluntary intake of silages by sheep. 1. Interrelationship between silage composition and intake. *J. agric. Sci.*, Cambridge, 77, 531-537.

WILKINS R.J., 1975. The nutritive value of silages. In *Nutrition Conference for feed manufacturers* n° 8. Editors : M.H. Butterworth, H. Swan and D. Lewis, 167-189.

WILKINS R.J., 1980. Effects of wilting on the nutritive value of silage. *Notes for discussion meeting at Burchetts Green*, November 1980.

WILKINSON J.M., 1976. Acidity and proteolysis as factors affecting the nutritive value of corn silage. *J. anim. Sci.*, 42, 208-218.

WILKINSON J.M., 1978. The ensiling of forage maize : effects on composition and nutritive value. In *Forage maize*. Editors : E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson and R.E. Gunn. *Agric. Res. Counc.*, London, 201-237.

WILKINSON J.M., COOK J.E., WILSON R.F., 1979. The nutritive value for young beef cattle of silage made with the addition of sodium acrylate. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, Brighton, 408-412.

WILKINSON J.M., 1980. Production of hay and silage in Europe : estimates for the countries of the EEC and Scandinavia 1978/79. In *Forage Conservation in the 80's*. Editor : C. Thomas. Occasional Symposium n° 11, British Grassland Society, Brighton, Appendix, 457.

WOHLT J.E., CLARK J.H., 1978. Nutritional value of urea versus preformed protein for ruminants. 1. Lactation of dairy cows fed corn based diets containing supplemental nitrogen from urea and/or soybean meal. *J. Dairy Sci.*, 61, 902-915.

WOHLT J.E., CLARK J.H., BLAISDELL F.S., 1978. Nutritional value of urea versus preformed protein for ruminants. 2. Nitrogen utilization by dairy cows fed corn based diets containing supplemental nitrogen from urea and/or soybean meal. *J. Dairy Sci.*, 61, 916-931.

WOODWARD T.E., SHEPERD J.E., 1938. Methods of making silage from grasses and legumes. *Tech. Bull. USDA*, 611.

XANDE A., 1978. L'ensilage d'herbe, une technique de conservation de l'herbe permettant de pallier le déficit alimentaire des ruminants durant la période du carême. 1. Aspects théorique et pratique. Particularité des fourrages tropicaux. *Nouv. agron. Antilles-Guyane*, 4, 63-80.

ZELTER Z., 1969. Extent, nature, causes and nutritional significance of losses in forage during harvesting and conservation, especially by ensilage. In *Crop Conservation and Grassland*. *Proc. of the 3rd General Meeting of the European Grassland Federation*, 183-200.

ZIMMER E., 1967. Nährstoffverluste bei der vergärung von futterpflanzen. 1. Mitteilung : der einfluss der siloform auf die höhe der verluste. *Das wirtschaftseigene Futter*, 13, 271-286.

ZIMMER E., 1976. Efficiency of harvesting and conservation. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1, 289-299.

ZIMMER E., 1977. Factors influencing fodder conservation. In *Proceedings International Meeting on Animal Production from Temperate Grassland*. Editor : B. Gilsenan, Dublin, 121-125.

Mise à l'herbe après sevrage des veaux laitiers nés en fin d'hiver

1. Influence du niveau d'alimentation avant la mise à l'herbe et de la complémentation énergétique au pâturage

R. GIOVANNI

avec la collaboration technique de G. ABELARD, J. DURAND,
G. MORCEL*, Y. ROUBIN*

*I.N.R.A., Station de Recherches zootechniques
65 rue de St-Brieuc 35042 Rennes Cédex*

Dans la majeure partie des élevages laitiers, en particulier dans l'Ouest, soixante pour cent des vêlages ont lieu en automne et les veaux nés à cette date peuvent sortir à l'herbe dès le printemps, à l'âge de 5 à 6 mois. Les nombreuses études réalisées dans l'Ouest ont montré tout l'intérêt de cette mise à l'herbe soit pour favoriser l'adaptation et les performances ultérieures des génisses (KEROUANTON, 1980 ; BASSET, 1981 ; LECOINTRE, 1981) soit pour utiliser l'herbe plus tôt dans les systèmes de production de viande (BALLANDONE, 1981 ; BASSET *et al.*, 1980 ; GIOVANNI, 1982 ; MOURIER, 1979, 1982 ; ITEB, 1982).

Moins nombreux, les veaux nés en fin d'hiver ou au printemps ne sont que très rarement mis à l'herbe dès le printemps ou au début de l'été. Par commodité, crainte du parasitisme, manque d'expérience et de références, ils sont élevés en stabulation avec des régimes riches en aliment concentré jusqu'à 4 mois ou plus tard si l'on ne dispose pas

d'ensilage de maïs de qualité. La sortie au pâturage est cependant réalisable dès le sevrage et représente un moyen de développement très tôt de l'aptitude au plein air et à la récolte de l'herbe (GIOVANNI, 1976). Dans des conditions d'élevage et d'environnement différentes il est vrai, l'élevage des veaux des troupeaux allaitants montre que les jeunes s'adaptent bien à l'extérieur et au pâturage. Par ailleurs, des systèmes de production des jeunes, voisins de ceux utilisés en Grande-Bretagne, Irlande et Nouvelle-Zélande, pourraient être aménagés dans nos régions en fonction de leurs conditions climatiques et zootechniques.

Afin de compléter les premières observations obtenues précédemment sur la mise à l'herbe précoce des veaux (fig. 1), une série d'essais a été entreprise de 1975 à 1978 pour préciser l'influence du niveau alimentaire pendant le sevrage et du poids vif à la mise à l'herbe sur l'adaptation et les performances des veaux au pâturage. Parallèlement, deux niveaux de complémentation énergétique ou azotée ont été pratiqués pour connaître l'efficacité, l'opportunité ou la modulation des apports de céréales principalement, en fonction du poids à la mise à l'herbe et des conditions de l'année.

* Ingénieurs E.N.S.A., Rennes, en stage de fin d'études en 1976 et 1977.

DATES	20.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11		
Ray grass Anglais	C1	C2	C3			C4	C5	C6	
Ray grass Italien	Mise à l'herbe		C1	C2	C3	C4	C5		
Production d'herbe t MS/ha	C ₁ RGA 2,5/3,3	C ₂ 2,0/3,5	C ₃ 1,5/2,0 RGI 2,5/3,0	C ₁ 2,5/3,0	C ₂ 2,5/3,0	C ₃ 1,5/2,5 RGA 1,0/1,5 RGI 1,5/2,0	C ₄ 0,5/1,2 0,5/1,0	C ₅ 0,5 0,5	
Exploitation	4 parcelles de 1500 m ² 7 jours par parcelle			4 parcelles de 2500 m ² 7 jours par parcelle		RGA : 2 parcelles de 3000 m ² RGI : 4 parcelles de 2500 m ² 4 jours par parcelle			
Chargement (veau/ha)	28 à 32			16		10			
Quantité ingérée (kg MS/100 kg Poids vif)	1,8	2,2	2,4	2,6	2,8	2,8	2,6	2,4	2,2
Poids des veaux (kg)	95	110	130	140	165	190	200		250
Gain de poids vif (g/j)	800 - 950			950 - 1250		750 - 1000			

————— : dates d'exploitation normales avec une pluviométrie de 30 à 40 mm/mois et des températures de 20 à 25° en été.
----- : Variations possibles des dates d'exploitation selon les conditions climatiques de l'année

FIG. 1 : Conduite d'un système de prairies de ray-grass utilisé par des veaux laitiers mis à l'herbe très précocement.

Conditions expérimentales

Le tableau 1 présente les conditions expérimentales des essais réalisés de 1975 à 1978. Quelques remarques supplémentaires doivent cependant être faites sur la conduite alimentaire avant la mise à l'herbe ou les particularités de chaque essai. Jusqu'à la troisième semaine de présence, les veaux ont été allaités de la même manière ; par la suite, le lot B a été sevré en 2 semaines tandis que le lot H ne l'a été que 2 semaines plus tard. Les animaux du lot B devant sortir au même âge et conserver leur différence de poids vif à la mise à l'herbe, il a été nécessaire de limiter la quantité d'aliment concentré offert après le sevrage. Les conditions sanitaires n'ont pas été satisfaisantes dès les premières semaines en 1975 ou pendant le second mois d'élevage en 1977. Par ailleurs, en 1977 seulement, de l'herbe coupée a été offerte en quantité limitée dès avant le sevrage pour voir si l'adaptation des veaux serait plus rapide et leurs performances améliorées. En 1978, deux aliments de complément énergétique et azoté ont été comparés à l'aliment "maïs" des essais précédents : le premier d'une teneur élevée en MAT a été utilisée tout l'essai tandis que la teneur en MAT du second a varié en fonction de la teneur en MAT de l'herbe pendant la période où les quantités d'herbe ingérées ne sont pas en principe capables de couvrir les besoins azotés du veau.

Chaque année, un nouvel allotement a été préparé pour la mise à l'herbe en tenant compte du poids vif, du gain de poids vif depuis l'arrivée des veaux de manière que chaque nouveau lot au pâturage, affecté à un niveau de complémentation H ou B, soit constitué à part égale des veaux des deux niveaux d'alimentation H ou B précédents.

Les conditions climatiques de l'année ont eu une influence sur le rythme de végétation des prairies et la conduite du pâturage (fig. 2). En raison de la sécheresse, l'essai de 1976 n'a duré que 37 jours après la mise à l'herbe. L'essai de 1977 s'est déroulé dans des conditions favorables grâce à une pluviométrie bien répartie et des températures estivales moyennes. En revanche, les fins d'été de 1975 et 1978 ont été peu arrosées et chaudes ce qui a entraîné soit un arrêt du pâturage soit une augmentation de la complémentation.

La mise à l'herbe a été pratiquée en début d'après-midi par temps favorable dans un pré bien clôturé et équipé d'un fil électrique dans son milieu. Une surveillance de deux heures a été nécessaire à ce moment pour s'assurer notamment que tous les animaux ont bien reconnu la clôture électrique. Après une semaine à dix jours d'adaptation dans cet enclos particulier ou sur une parcelle du périmètre, les veaux ont commencé à pâturer les jeunes repousses du second cycle de ray-grass anglais Vigor. En 1975 et 1977, les chargements pratiqués les années précédentes ont été conservés (fig. 1) ; ils ont été diminués en 1978 en raison de la tardivité des semis de printemps.

Résultats

1. Les deux niveaux d'alimentation ont entraîné une différence de 10 kg de poids vif au sevrage et à la mise à l'herbe

Pendant la période de sevrage, malgré une différence de 15 kg entre les quantités d'aliment d'allaitement offert, les gains de poids vif des veaux des lots H et B n'ont pas été significativement différents en 1975 et en 1977, à la différence de 1976 où l'état sanitaire moyen a été meilleur et les quantités ingérées inférieures (tabl. 2) ; en revanche, les poids vifs ont été significativement différents chaque année.

Après le sevrage, la restriction alimentaire portant sur l'aliment concentré offert aux veaux des lots B a permis de conserver leur différence de poids vif obtenue au sevrage en maintenant un gain de poids vif de 600 à 700 g/j au lieu de 720 à 850 g/j pour les veaux des lots H. L'utilisation de l'herbe en augmentant les quantités ingérées totales et probablement les contenus digestifs, a amélioré les gains de poids vif sans pour autant influencer la différence entre les deux lots, voisine de celle de 1976.

Après une présence de 10 semaines en 1975 et de 8 semaines les autres années, les poids vifs des veaux étaient respectivement de 94 et 84 kg pour les lots H et B. Cet âge à la mise à l'herbe est semblable à celui rencontré dans les conduites d'élevages anglo-saxons mais dans ce cas, le poids vif est au maximum de 90 kg à 12 semaines avec 25 kg d'aliment d'allaitement et un sevrage à 6 semaines (GLEESON, 1971 ; FALLON, 1974, 1975).

2. Le poids vif et le niveau de complémentation ont influencé le comportement et les performances des veaux pendant les deux premiers mois de pâturage

L'adaptation des jeunes veaux au pâturage a duré deux semaines. De 3 à 4 heures en fin de première semaine, le temps de pâturage a approché 8 heures au cours de la deuxième semaine. Dès ce moment, les séquences de pâturage ont été influencées par le niveau de complémentation : si le pâturage du matin a été le même pour les deux lots, en revanche, dès après la distribution de la complémentation, les veaux des lots B ont repris leur activité de pâture alors que les lots H sont restés au repos ou à ruminer. Ce décalage d'activité a persisté jusqu'en soirée (fig. 3). Ainsi, les veaux des lots B ont pâturé pendant 1 h 30 de plus que ceux des lots H entre 9 h et 17 h 30. Cependant, l'après-midi, le nombre de veaux des lots H (BH et HH) pâturant ensemble a été plus élevé et moins variable que dans les lots B (BB et HB) où les veaux les plus lourds se sont montrés les plus actifs. Ces différences de comportement se sont estompées et ont disparu au delà de deux mois.

En 1976 et 1977, le gain de poids vif des veaux lourds à la mise à l'herbe a été significativement supérieur à celui des veaux légers mais pendant le premier mois seulement (tabl. 3 et 4). De plus, en 1978, le régime de sevrage et le niveau de complémentation étant les mêmes pour tous, les gains de poids vif des veaux les plus lourds ont été significativement supérieurs tout au long de l'essai (tabl. 6). Les coefficients de corrélation existant entre le poids vif des lots H à la mise à l'herbe et les gains de poids vif après un et deux mois de pâturage ont été faibles (0,38) en 1976 et 1977, alors qu'en 1975 et en 1978, ils ont été plus élevés, respectivement 0,53 (P 005) et 0,60 (P 001) après 70 jours de pâturage. Dans les lots B, les coefficients de corrélation liant les mêmes paramètres ont été plus faibles, notamment lors du premier mois d'herbe.

TABLEAU 2

Niveau d'alimentation au sevrage et poids vif des veaux à la mise à l'herbe

Niveau d'alimentation	H Niveau d'allaitement 45 kg Aliment concentré à volonté			B Niveau d'allaitement 30 kg Aliment concentré limité		
Année	1975	1976	1977	1975	1976	1977
Date d'achat des veaux	13.03	22.03	11.03	13.03	22.03	11.03
Date de mise à l'herbe	21.05	17.05	9.05	21.05	17.05	9.05
Durée du sevrage (j)	50	51	49	36	36	38
Temps de séjour en étable (j)	66	56	56	66	56	56
Matière sèche ingérée (kg)						
- aliment d'allaitement	41,8	41,8	41,8	27,9	27,9	27,9
- aliment concentré	32,4	27,0	31,5	26,4	22,8	24,4
- maïs déshydraté	13,4	11,5	-	16,6	13,7	-
- foin	-	-	12,1	-	-	9,7
- herbe coupée	-	-	6,0	-	-	7,2
- matière sèche totale	87,6	80,3	91,4	70,9	64,4	69,2
- quantité ingérée en supplément (p.100)	23,5	24,6	32,0	-	-	-
Poids vif (kg)						
- à l'arrivée	47,2 ± 4,1	46,0 ± 3,5	45,4 ± 2,7	46,7 ± 4,0	45,8 ± 2,4	45,4 ± 2,6
- au sevrage	82,2 ± 6,8b	83,7 ± 5,7b	81,4 ± 6,8b	70,1 ± 4,9b	68,7 ± 4,4b	73,0 ± 5,8b
- à la mise à l'herbe	93,8 ± 10,7a	90,7 ± 6,6b	95,3 ± 7,7a	85,1 ± 8,3a	79,4 ± 6,2b	85,2 ± 7,1a
Gain de poids vif (g/j)						
- période de sevrage	761 ± 124	771 ± 101a	754 ± 105	716 ± 108	685 ± 92a	760 ± 120
- période de stabulation	714 ± 114b	808 ± 115b	877 ± 105b	600 ± 77b	601 ± 103b	705 ± 100b

Les données H et B de chaque année, accompagnées des mêmes lettres, sont significativement différentes à P 0,05 (a) et à P 0,01 (b)

Nombre de veaux
en pâturage

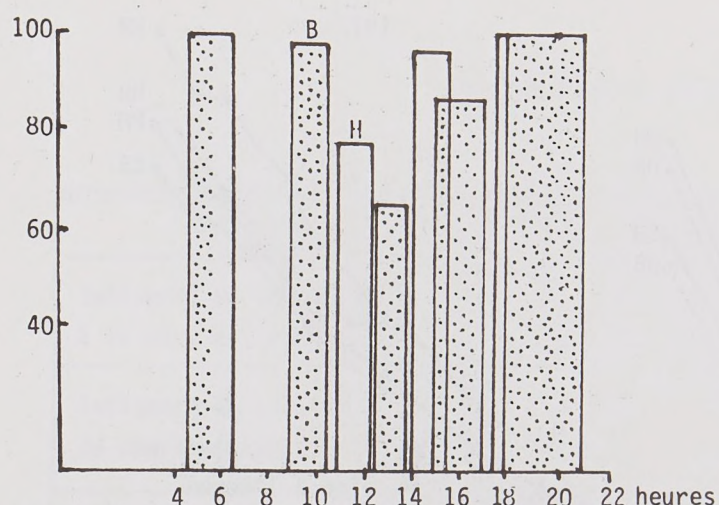


FIG. 3 : Répartition du temps de pâturage selon le niveau de complémentation pendant la phase d'adaptation (MORCEL, 1975)

C'est pendant cette première phase d'herbe que le niveau élevé de complémentation a été le mieux valorisé : les veaux des lots H ont eu un gain de poids vif supérieur de 50 à 200 g selon l'année et les veaux du sous-groupe BH ont eu tendance à conserver jusqu'au troisième mois un rythme de croissance équivalent à celui des veaux HH.

L'utilisation de l'herbe dès avant le sevrage n'a pas modifié les conditions de l'adaptation des veaux au pâturage, mais elle a influencé les variations du contenu digestif et le poids vif des veaux des lots HB en particulier (fig. 4). De plus, on peut noter qu'en 1977, les performances initiales des veaux ont été moins bonnes que les autres années soit du fait des meilleurs gains de poids vif en stabulation et de l'influence de l'herbe ingérée avant la mise à l'herbe, soit à cause des conditions climatiques froides et humides lors de l'adaptation.

3. En fin de saison, les gains de poids vif n'ont pas été affectés par les conditions de mise à l'herbe ou de complémentation

Après trois mois de pâturage, soit à un âge moyen de 5 mois, les performances individuelles ont été peu influencées ni par le poids à la mise à l'herbe ni par le niveau de complémentation (tabl. 3). Ainsi, la différence de poids vif initiale s'est maintenue tout au long de la saison. Les veaux BH ont eu tendance à compenser une partie de leur retard pondéral mais avec un coût alimentaire très élevé (20 à 30 kg de complément/kg de gain supplémentaire). Les veaux BB et HB n'en ont pas moins eu un gain de poids vif satisfaisant de 900 à 1000 g/j compatible avec les objectifs d'un système de production de viande jeune.

Si l'efficacité d'un complément énergétique élevé a été relativement bonne avant 2 mois (6,0 - 5,7 et 4,6 kg de complément supplémentaire/kg de gain supplémentaire en 1975, 1976 et 1977) elle est devenue rapidement médiocre à partir du troisième et jusqu'à la fin de la saison. Par ailleurs, en 1978, un supplément d'apport azoté, même modulé selon la valeur azotée de l'herbe pendant la période d'adaptation au pâturage, n'améliore pas les gains de poids vif des veaux dans de bonnes conditions d'exploitation de l'herbe (tabl. 6).

4. Les jeunes veaux, surtout les moins complémentés, ont bien valorisé les prairies pâturées

Avec les chargements pratiqués, les quantités d'herbe disponibles ont varié de 4,2 à 2,5 kg MS/100 kg de poids vif selon les années, du mois de juin au mois de septembre. Cette disponibilité est voisine de celle donnée par TRIGG et MARSH (1979) (3 à 5 kg/MS/100 kg de poids vif) pour que les veaux

TABEAU 3

Influence du poids vif à la mise à l'herbe et du niveau de complémentation énergétique sur les gains de poids vif des veaux au pâturage

Poids vif (kg) et gain de poids vif (g/j)								
Périodes de pâturage	A la mise à l'herbe		Premier mois (35j)	Second mois (70j)	Trois premiers mois (83j en 1975 - 102j en 1977)		Saison de pâturage (188j en 1975 - 178j en 1977)	
Influence du poids à la mise à l'herbe	1975	B	85,1 ± 8,3	960 ± 94	977 ± 100	189,5 ± 16,5	1088 ± 106	253 ± 13
		H	93,8 ± 10,7	892 ± 62	949 ± 102	196,3 ± 22,0	1036 ± 141	922 ± 59
	1977	B	85,2 ± 7,1	685 ± 142b	909 ± 107	187,1 ± 13,0	998 ± 77	263 ± 21
		H	95,3 ± 7,7	728 ± 168b	923 ± 115	196,2 ± 16,9	1003 ± 105	920 ± 55
Influence de la complémentation	1975	B	89,5 ± 10,0	899 ± 101	943 ± 85	190,2 ± 17,5	1061 ± 97	258 ± 13
		H	89,5 ± 10,4	940 ± 91	982 ± 113	195,7 ± 22,2	1063 ± 152	928 ± 53
	1977	B	89,3 ± 9,6	608 ± 125d	860 ± 86c	187,0 ± 14,7	967 ± 91	259 ± 12
		H	89,2 ± 9,5	805 ± 116d	972 ± 103c	196,3 ± 15,4	1035 ± 80	915 ± 60
Influence de la complémentation et du poids vif initial	1975	BB	85,1 ± 8,2	956 ± 89	930 ± 110	184,0 ± 15,9	1044 ± 102	251 ± 9
		BH	84,8 ± 7,8	964 ± 105	1023 ± 67	195,1 ± 16,1	1132 ± 96	914 ± 49
		HB	93,8 ± 10,2	842 ± 82	956 ± 54	196,4 ± 17,8	1079 ± 96	255 ± 18
		HH	93,8 ± 11,3	905 ± 64	942 ± 138	196,2 ± 28,1	994 ± 171	930 ± 70
	1977	BB	84,5 ± 8,4	600 ± 127b	366 ± 85	184,3 ± 12,8	981 ± 52	266 ± 15
		BH	84,5 ± 6,9	771 ± 103b	953 ± 115	189,8 ± 13,5	1015 ± 83	942 ± 56
		HB	94,2 ± 8,5	617 ± 131c	855 ± 93b	189,6 ± 16,9	953 ± 109a	261 ± 27
		HH	94,0 ± 9,7	839 ± 125c	992 ± 94b	202,7 ± 15,2	1054 ± 78a	897 ± 50

Les données d'une même colonne accompagnées des mêmes lettres associées par deux sont significativement différentes à P 0,05 (a), P 0,02 (b), P 0,01 (c), P 0,01 (c), P 0,001 (d)

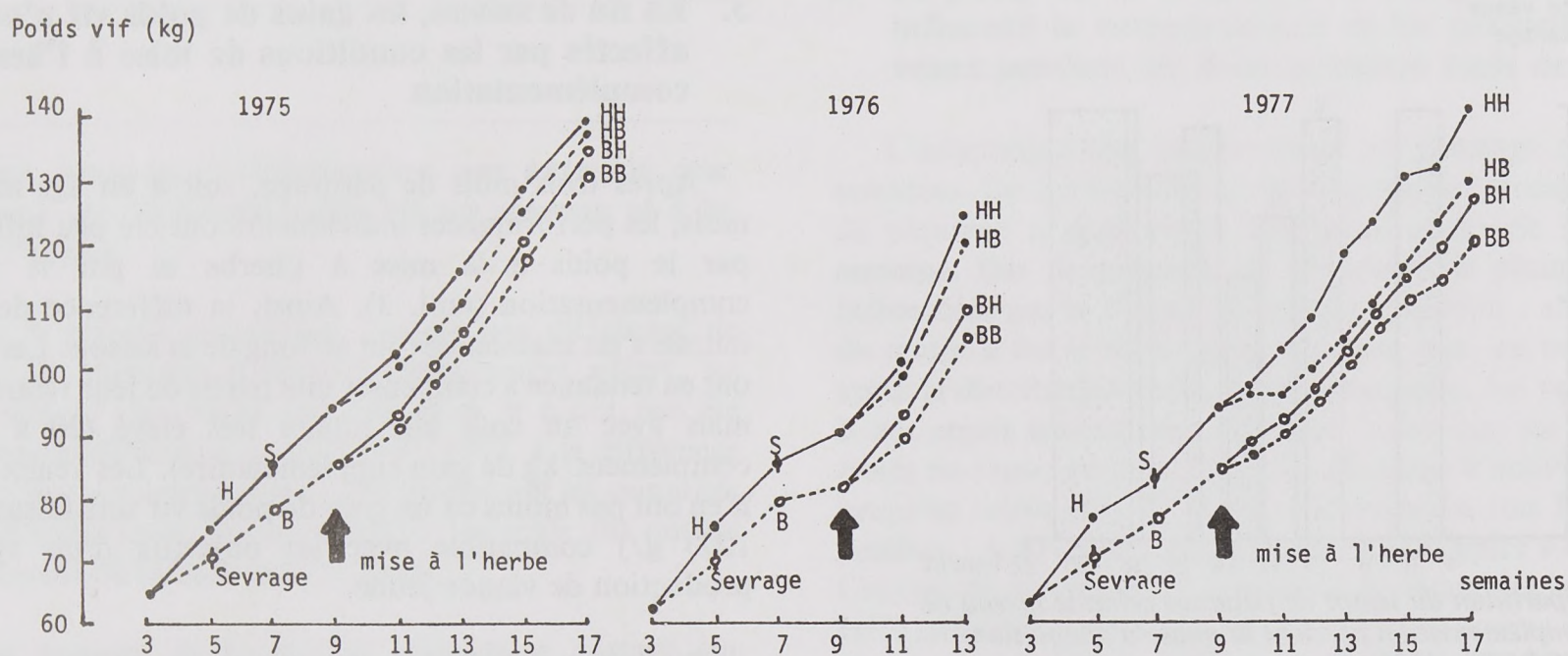


FIG. 4 : Evolution du poids vif des veaux selon l'année et le niveau d'alimentation au moment du sevrage et pendant l'adaptation au pâturage.

puissent choisir l'herbe la plus appétente et ingérer de 2,0 à 3,0 kg/MS/100 kg de poids vif. A partir du mois de septembre et selon la pluviométrie particulière de ce mois, l'herbe offerte a varié de 3,5 à 1,0 kg MS/100 kg de poids vif en fonction du numéro des cycles d'automne de chaque prairie.

Estimée au travers de la digestibilité *in vitro* de la matière sèche de l'herbe offerte (LILA, 1977), la valeur nutritive de l'herbe offerte a été assez différente entre le ray-grass anglais et le ray-grass italien. A la mise à l'herbe comme à l'automne, la valeur moyenne du ray-grass anglais a souvent été inférieure de 5 à 10 points à celle du ray-grass italien, tandis que la teneur en MS était généralement plus élevée de 3 à 6 points avec le ray-grass anglais (fig. 2). Les différences précédentes ont été les plus élevées lors de printemps chaud entraînant l'apparition de tiges au 2 ou 3ème cycle de ray-grass anglais. Dès le mois d'août, quel que soit leur âge, les repousses de cette espèce ont été très bien pâturées.

Les résultats généraux de l'exploitation des prairies sont donnés dans le tableau 5. Les croûts par hectare ont été semblables d'un essai à l'autre avec le ray-grass anglais pâturé aux périodes de mise à l'herbe et à l'automne. En revanche, le ray-grass italien a permis des croûts nets élevés pour l'ensemble du périmètre réservé aux jeunes, notamment en 1977. Par ailleurs, en raison de l'inefficacité d'une complémentation élevée et par le jeu des surfaces en maïs plus faibles pour compléter les lots B, les croûts nets obtenus sur les surfaces correspondantes ont été supérieures de 100 à 150 kg à ceux des lots H. L'influence des conditions favorables de l'année et du chargement de 1977 a entraîné une amélioration des croûts nets du même ordre de grandeur.

5. Les accidents sanitaires ont été peu fréquents et sans gravité

Dans les conditions de cette expérimentation, la mise à l'herbe des jeunes en une seule fois n'a pas entraîné de troubles

pulmonaires graves ou généralisés ni de diarrhées caractérisées. L'apparition d'une toux chez quelques animaux par temps froid et humide a été enrayée par l'administration, avec le complément énergétique, d'un mélange d'antibiotiques pendant une semaine. En été, par forte chaleur (1975), six cas de kératite ont dû être soignés. A l'automne, quelques boiteries se sont manifestées à la suite soit d'un panaris soit d'accident mineur dû au comportement actif des jeunes frisons.

La strongylose gastro-intestinale a très peu évolué entre les mois de juillet et d'octobre, respectivement 100 et 500 oeufs/g fèces. Ainsi que dans d'autres observations (ROY, 1970), certains animaux n'étaient pas parasités à la fin du printemps. Par temps humide de juillet, un traitement a cependant été pratiqué sur tous les veaux pour protéger la prairie de ray-grass italien et un traitement systématique a été effectué à la rentrée des animaux. En 1975, une coccidiose s'est déclarée après un été sec et des pluies abondantes de septembre. Variant de 200 à 10.000 coccidies/g fèces selon les animaux, elle a pu masquer en partie l'influence de la complémentation élevée en fin de saison dans le lot H (BH et HH) le plus atteint. Ce parasitisme ne s'est pas reproduit les années suivantes.

Discussion

Malgré des conditions expérimentales variables d'un essai à l'autre du fait principalement de l'influence annuelle de la climatologie sur la végétation des prairies, la plupart des résultats obtenus concordent bien d'un essai à l'autre et avec les données de la bibliographie, en particulier pour la période d'adaptation au pâturage.

TABLEAU 4

Résultats de la phase d'adaptation (37 j) de l'essai de 1976

Année 1976	Poids à la mise à l'herbe	Poids vif (kg)	Gain de poids vif (g/j)
Influence du poids vif à la mise à l'herbe	B 79,4 ± 6,2a	107,5 ± 6,5b	758 ± 110c
	H 90,7 ± 6,6a	124,8 ± 10,3b	920 ± 156c
Influence du niveau de complémentation	B 85,0 ± 8,4	113,6 ± 11,1	775 ± 111d
	H 85,1 ± 8,8	118,5 ± 13,2	902 ± 172d
Influence du poids vif et de la complémentation	BB 79,1 ± 5,7	106,1 ± 6,1	731 ± 92
	BH 79,7 ± 6,6	108,7 ± 6,9	785 ± 126a
	HB 90,8 ± 6,2	121,2 ± 9,3	820 ± 116b
	HH 90,6 ± 7,4	128,3 ± 10,3	1020 ± 127ab

Les données par couple accompagnées de la même lettre sont significativement différentes à P 0,01 (a,b,c) et à P 0,02 (d).

TABLEAU 5

Résultats généraux de l'utilisation des prairies par les veaux mis à l'herbe à l'âge de 2,5 mois

Années	1975		1977	
Niveau de complémentation	H	B	H	B
Complément ingéré (kg)				
- aliment "maïs"	390	195	352	176
- foin	80	73	81	92
Surface pâturée par lot (ha)				
- ray-grass anglais	0,70	0,70	0,70	0,70
- ray-grass italien	1,20	1,20	1,00	1,00
Surface en maïs de complément (ha)	0,98	0,52	0,92	0,46
Chargement moyen fin de saison	8,4	8,4	9,4	9,4
Chargement moyen pondéré (veaux/ha)	14,8	14,8	16,5	16,5
Croît brut par hectare (kg)				
- ray-grass anglais	1091	939	1052	887
- ray-grass italien	1282	1307	1557	1627
- moyenne/hectare	1105	1058	1271	1208
Croît net par hectare (kg)				
- ray-grass anglais	818	828	805	768
- ray-grass italien	986	1126	1024	1291
- moyenne/hectare	730 *	831 *	908	1007

* Les croîts H et B, respectivement de 368 et 480 kg obtenus pendant la période d'arrêt du pâturage avec un régime de foin et d'aliment concentré (28 j) ont été décomptés des résultats ci-dessus.

Le chargement moyen pondéré tient compte du chargement instantané pratiqué sur les prairies (figure 1) et du temps d'utilisation de celles-ci.

TABLEAU 6

Comparaison de trois compléments énergétiques et azotés offerts
à des veaux mis à l'herbe précocement

Nature du complément	1. Complément "Maïs" (9 p.100 MAT/MS)	2. Complément riche en MAT (22 p.100/MS)	3. Complément azoté modulé
Utilisation des compléments (kg/j)			22/05-27/06 : 0,4 maïs+0,6 soja 50 28/06-15/07 : 0,6 maïs+0,4 soja 50 16/07 - fin : 1 kg - maïs
- aliment de complément	1	1	
- foin de graminées	0,150	0,150	0,150
- complément minéral 8/16	0,080	0,080	0,080
Poids vif (kg)			
- à la mise à l'herbe	101,0 ± 9,4	100,9 ± 7,8	101,0 ± 8,8
- fin d'essai (120 j)	226,0 ± 20,7	208,4 ± 21,6	216,6 ± 18,8
- fin de saison (156 j)	251,0 ± 21,0	236,0 ± 23,0	235,1 ± 19,2
Gain de poids vif (g/j)			
- premier mois	853 ± 191	859 ± 194	790 ± 137
- deux premiers mois	861 ± 127	855 ± 150	907 ± 133
- fin d'essai	1106 ± 132	968 ± 108	1048 ± 112
- fin de saison	1024 ± 96	921 ± 107	913 ± 80
Chargement moyen saison (v/ha)	7,0	7,0	7,0
Chargement moyen pondéré	12,8	12,8	12,8
Croît brut/ha (kg)	1058	953	946
Croît net/ha	869	783	788
Influence du poids vif à la mise à l'herbe (système HB)	Premiers deux mois		Fin de l'essai
- veaux de 100 - 115 kg	932 ± 132		1032 ± 110
- veaux de 85 - 100 kg	784 ± 81 (P 0,001)		926 ± 105 (P 0,01)

- teneur en MAT/MS de l'herbe RGA cycle 2 : 18 p.100 - cycle 3 : 22,4 p.100 - RGI cycle 1 : 24,6 p.100 - cycle 2 : 25,1 p.100
- l'essai a été arrêté à 120 jours en raison de la diminution de production, à partir du 15 Septembre, de deux prairies sur trois de RGI, mal levées et ressemées début mai. Les veaux ont alors reçu 2 kg/j de maïs aplati et 2 kg/j de foin.

1. Le niveau d'alimentation avant la mise à l'herbe n'a eu qu'une influence temporaire sur le comportement et les performances des veaux au pâturage

Quels que soient l'âge, le poids vif, la date de sortie et la prairie, la durée d'adaptation des jeunes veaux mis à l'herbe même avant le sevrage est généralement de deux semaines (ROY et SHILLAM, 1975 ; ALDER et COOPER, 1967 ; GLEESON, 1971 ; HODGSON et JAMIESON, 1981). Mis à l'herbe dans le courant du mois de mai, les veaux se sont ainsi rapidement comportés comme des adultes bien que leur capacité de récolte et d'ingestion soit limitée et leur sensibilité à la qualité de l'herbe très importante. Jusqu'à 130 kg de poids vif, les jeunes veaux n'effectuent que 65 p.100 des prises d'herbe réalisées par les adultes et simultanément, la quantité de matière organique ingérée par 100 kg de poids vif reste aussi plus faible (HODGSON et JAMIESON, 1981). De plus, compte-tenu du choix très sélectif du veau au pâturage, ces mêmes auteurs signalent que la digestibilité des bols alimentaires des veaux est supérieure à celles d'adultes pâturant de concert. Par ailleurs, la digestibilité de l'herbe pâturée se révèle supérieure de 1 à 4 points à celle de l'herbe offerte à l'auge (TIIHONEN *et al.*, 1977). Ainsi, dès la mise à l'herbe, les quantités ingérées seront d'autant meilleures que la

préhension et la digestibilité de l'herbe seront les plus favorables (HODGSON, 1968 ; HODGSON et RODRIGUEZ, 1977). Aussi, l'utilisation d'un ray-grass anglais tardif, même en cours de montaison, a permis aux jeunes de s'adapter avant de commencer à pâturer très tôt et plus efficacement les repousses du second cycle.

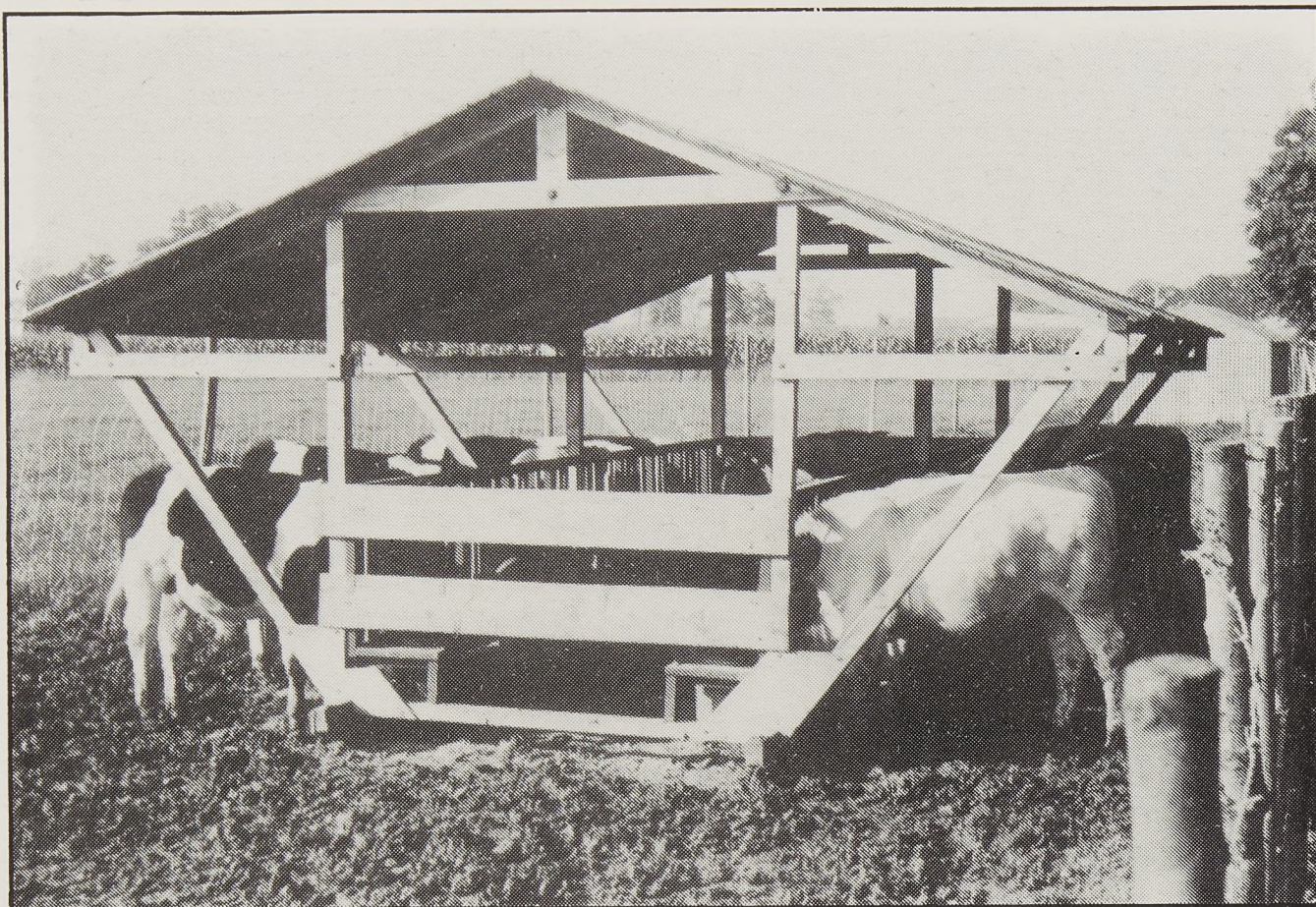
Du fait de leur comportement d'adulte, les veaux des lots H et B ont aussitôt manifesté leur différence d'appétit pour l'herbe, fonction du niveau de complémentation et du phénomène de substitution (SLADE, 1972 ; TIIHONEN *et al.*, 1977 ; GIOVANNI, 1976). Grâce à un pâturage supplémentaire, les veaux peu complémentés ont en partie compensé, en présence d'un pâturage de qualité, la différence d'énergie ingérée par les veaux fortement complémentés, ce qui leur a permis de réaliser des gains de poids vif satisfaisants, notamment pendant les 2 premiers mois d'herbe. L'influence des conditions climatiques peut ne pas être négligeable, comme on le remarque en 1977, sur les performances à la période d'adaptation. L'écart de 150 à 200 g/j entre les 2 années sera en effet observé à nouveau dans deux essais ultérieurs ; il a cependant peu d'influence sur le niveau des performances en fin de saison si la production des prairies est suffisante par la suite.



A la mise à l'herbe, un enclos solide, bien abrité, donnant sur la première parcelle à pâturer, peut être utilisé pour surveiller les veaux et les rentrer le soir pendant les premiers jours.



Dès les premières heures, les jeunes s'habituent à la clôture électrique et commencent à pâturer. Les refus de la parcelle réservée à l'adaptation proprement dite devront être coupés et ramassés.



Une complémentation énergétique est nécessaire pour obtenir un niveau de croissance régulier et supérieur à 800 g/j. Un cornadis mobile avec porte-seaux permet de la pratiquer individuellement dans de bonnes conditions.



En fin de saison, les derniers cycles de ray-grass anglais ou italien permettent encore un chargement de 10 veaux/ha. Le temps de séjour par parcelle est alors réduit à 3-4 jours avec une complémentation en céréales de 2 kg si les conditions de l'automne sont défavorables à la pousse de l'herbe.

Ainsi que MILES et LOGAN (1961), LONSDALE et TAYLER (1969) et FALLON (1975) l'avaient déjà observé avec de jeunes génisses Holstein ou des veaux frisons, il semble préférable de mettre à l'herbe des animaux d'un poids suffisant dont le régime antérieur a été libéral. En effet, trois années sur quatre et en particulier en 1976 où les seconds cycles de ray-grass ont été peu productifs, les veaux de 90 à 100 kg à la mise à l'herbe ont eu tendance à manifester une adaptation plus rapide au pâturage, ce qui s'est traduit par des gains de poids vifs plus forts, même si les corrélations entre poids à la mise à l'herbe et performances individuelles n'ont pas été constamment élevées et significatives. Plus grande à la mise à l'herbe, leur capacité d'ingestion leur permet vraisemblablement de couvrir plus rapidement à partir de l'herbe, une part plus importante de leurs besoins que ne le font les veaux légers. C'est en effet entre 2 et 4 mois que les veaux se trouvent en déficit énergétique et azoté en raison d'un niveau d'ingestion encore insuffisant pour couvrir les besoins d'une croissance de 900 à 1000 g/j (COLEOU et SIZUN, 1958, cités par TISSERAND, 1970 ; GIOVANNI, 1976). En conséquence, c'est aussi à cette période d'âge et de pâturage que la complémentation surtout énergétique, est la plus nécessaire et la plus efficace. (Si la pratique en était à la fois possible et économique, l'utilisation d'une complémentation liquide, énergétique et azotée, serait probablement très intéressante même au pâturage (KEANE, 1980, 1981)).

2. Les conditions d'élevage à l'herbe n'ont pas modifié les différences de poids vif initiales

L'exploitation successive des 2 prairies de ray-grass et le chargement instantané utilisé ont permis une disponibilité égale ou supérieure à 2,5 kg MS/100 kg poids vif, ce qui, avec 1 ou 2 kg/j de complément, a laissé aux veaux une possibilité de choix importante, surtout au printemps. L'appétit des veaux augmente en effet de 1,5 à 2,8 kg/100 kg de poids vif entre 80 et 150 kg (GIOVANNI, 1976) et selon TRIGG et MARSH (1979), les quantités d'herbe ingérées sont au moins de 2,0 kg MS/100 kg de poids vif avec des disponibilités de 3 à 5 kg MS/100 de poids vif. Dans ces conditions, les veaux lourds et légers ont eu la possibilité de développer normalement leur capacité d'ingestion, les seconds pouvant cependant l'augmenter un peu plus en raison d'un sevrage plus précoce (GLEESON, 1971). Toutefois, les quantités ingérées n'ont pas été suffisamment différentes puisque les veaux lourds, favorisés au départ, n'ont pas accentué leur différence de poids initiale.

Après trois mois d'herbe comme en fin de saison, l'efficacité de la complémentation énergétique a été très faible, même si les veaux fortement complémentés apparaissent en meilleur état. La plupart des auteurs notent le manque d'efficacité des céréales malgré l'augmentation de la concentration énergétique de la ration totale provenant de la substitution entre l'herbe et la céréale (CASTLE et WALKER, 1959 ; WINTER *et al.*, 1961 ; WALSH et KELLEHER, 1971 ; DONNELLY, 1977). L'efficacité de la complémentation est en effet maximum entre 0 et 0,5 kg de céréales/100 kg de poids vif, ce qui se traduit par un supplément de gain de poids vif de 150 à 210 g/j surtout dans des conditions de pâturage de qualité moyenne (FORBES *et al.*, 1966, 1967 ; HODGSON et TAYLER, 1972 ; POOLE, 1977). Au-delà de cette limite,

l'utilisation d'un complément énergétique supérieur à 1 kg doit être plus considéré comme un moyen de conserver un chargement élevé, particulièrement en fin de saison. Par ailleurs, malgré une information plus réduite sur l'intérêt d'un apport azoté supplémentaire au pâturage, il apparaît que pour des jeunes en croissance, son efficacité est médiocre, voire nulle, comme en 1978, en présence d'herbe exploitée jeune (CHAMBERS, 1961 ; SLADE, 1972). L'azote des fourrages verts très digestibles est en effet bien utilisé par les animaux en croissance (DEMARQUILLY, 1975), l'amidon de la céréale permettant en outre de favoriser les synthèses de protéines microbiennes.

3. Le système de prairies utilisé, bien adapté aux exigences des veaux, pourrait être cependant plus sûr avec des prairies de longue durée

Le système "ray-grass anglais et ray-grass italien de printemps" a autorisé des performances individuelles assez régulières d'une année à l'autre et à un niveau compatible avec l'objectif de production de viande jeune recherché avec ce type d'animal. Ce résultat a été obtenu avec des productions d'herbe relativement moyennes dues en partie à une limitation de la fumure azotée. Dans ces conditions, les croûts moyens n'en ont pas moins atteint ou dépassé 1000 kg/ha, en particulier avec le ray-grass italien pâturé après la période d'adaptation sur le ray-grass anglais. Cette dernière prairie n'est qu'apparemment moins valorisée puisqu'il faut lui attribuer en supplément l'ensilage de 2,5 à 3,5 tonnes de MS/ha selon l'année. En outre, comme les surfaces entrant dans le calcul des croûts nets sont plus faibles avec les lots peu complémentés, les deux systèmes BB et HB sont ainsi capables de produire des veaux de 250 kg à la rentrée en étable tout en valorisant bien des surfaces en herbe. Enfin, on peut remarquer qu'avec des veaux nés en fin d'hiver, les croûts bruts et nets sont au moins égaux, sinon supérieurs, à ceux obtenus avec des veaux nés en automne et mis à l'herbe en avril (GIOVANNI, 1982).

La sensibilité du ray-grass anglais aux températures élevées et du ray-grass italien aux périodes de sécheresse, de même que le coût annuel de cette dernière prairie et la date de son implantation, conduisent à envisager d'autres systèmes associant au plus deux prairies de longue durée pour assurer une plus grande sécurité d'été tout en testant d'autres systèmes de caractère moins régional que celui utilisé jusqu'ici. Dans toutes les situations où la culture en est possible, le ray-grass anglais pourrait être le maillon de base d'un système adapté au pâturage des jeunes.

4. Une mise à l'herbe précoce n'est pas synonyme de mauvais état sanitaire et de parasitisme important

L'ensemble des mesures prises dès la sortie des animaux tant sur le plan matériel (abri,...) que dans la conduite du pâturage, a contribué à maintenir un bon état sanitaire. La distribution journalière d'un complément à l'herbe est une contrainte mais elle favorise une bonne surveillance des animaux et le traitement rapide d'une première toux ou de panaris. Notons aussi que la mise à l'herbe peut être un moyen de résoudre un problème sanitaire d'étable, même en sortant des veaux en état sanitaire médiocre comme nous l'avons pratiqué en 1972 et 1974.

Le parasitisme gastro-intestinal est toujours resté très faible comme en témoignent les numérations coproscopiques et le niveau des gains de poids vif, même en année humide comme 1977. Les parasitismes moyens et forts se situent en effet au-dessus de 10 000 et de 100 000 oeufs/g fèces (RAYNAUD *et al.*, 1974) dans des situations défavorables où les adultes entretiennent un état d'infestation préjudiciable aux jeunes. Ce système de prairies réservé aux veaux et son mode d'exploitation alternée a représenté le principal moyen de réduire le parasitisme. L'utilisation de prairies de longue durée peut se révéler plus risquée bien que la même prairie de ray-grass anglais ne soit pas apparue plus infestante après quatre années d'utilisation. Sans minimiser l'influence des strongyloses dans des milieux différents de celui de Rennes, la coccidiose provenant d'animaux en mauvais état sanitaire initial pourrait représenter un danger d'autant plus sérieux qu'il peut se manifester dès la mise à l'herbe.

Conclusion

Bien que les résultats précédents aient été acquis dans un milieu déterminé et que d'autres expérimentations soient encore souhaitables, en matière de chargement et de quantités ingérées d'herbe notamment, on peut dès à présent définir les conditions optimales d'une mise à l'herbe précoce des jeunes veaux nés en fin d'hiver.

1. L'adaptation au pâturage, l'état sanitaire et les performances des veaux sont satisfaisants dans la mesure où les conditions de transition, la qualité de l'herbe et la surveillance des animaux peuvent être assurées sur un périmètre de préférence réservé aux jeunes.

2. Les animaux d'un poids voisin de 100 kg à la mise à l'herbe ont une bonne capacité d'adaptation au pâturage et avec une complémentation énergétique limitée, peuvent réaliser un gain de poids vif individuel de 900 à 1000 g/j tout en valorisant au mieux les prairies de ray-grass. Les veaux plus légers dont les gains de poids vif à l'herbe sont très voisins, peuvent aussi bien s'intégrer dans un système de production faisant très tôt appel au pâturage.

3. Avec un pâturage de qualité moyenne, on peut vraisemblablement envisager une modulation de la complémentation en céréales entre la période de l'adaptation (2 kg), l'été (0,5 à 1,5 kg selon l'herbe disponible) et l'automne (2 kg) avec un chargement voisin de ceux pratiqués ici. Un niveau élevé de complémentation n'est plus nécessaire avec une herbe de qualité, surtout si le système d'élevage n'exige pas un niveau de croissance supérieure à 800 g/j.

4. Dans un milieu sain ou peu infesté, avec des conditions d'élevage normales, le parasitisme ne représente pas un obstacle réel à l'utilisation de l'herbe pâturée par les jeunes veaux d'origine laitière, d'autant que deux traitements bien placés dans la saison peuvent constituer une garantie certaine. C'est bien la maîtrise de l'herbe qui est le facteur limitant principal, de même que la réservation d'un périmètre particulier aux jeunes qui peut poser un problème d'aménage-

ment ou d'assolement. Cette solution est cependant la plus souhaitable pour une conduite adaptée aux exigences de chaque type d'animal.

Malgré ces contraintes, l'utilisation de l'herbe par les jeunes, mâles ou femelles, peut représenter un moyen de parvenir à l'établissement de systèmes d'élevage cohérents avec la vocation et les potentialités encore grandes des régions favorables à l'herbe, et plus indépendants, voire plus économiques même si le degré d'intensification n'est pas le plus élevé.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier de leur concours les personnes des stations INRA d'Amélioration des Plantes de Rennes-Le Rheu et d'Amélioration des Plantes fourragères de Lusignan, pour l'installation des prairies et les analyses de digestibilité in vitro de l'herbe des différents essais.

Références bibliographiques

- ALDER F.E., COOPER E.M., 1967. *J. agric. Sci. Camb.*, **68**, 331-446.
- BALLANDONE J.C., 1981. Publications EDE. Chambre d'Agriculture de l'Orne.
- CASTLE M.E., WALKER R.F.R., 1959. *J. br. Grassl. Soc.*, **14**, 88-93.
- CHAMBERS D.T., 1961. *Anim. Prod.*, **3**, 2, 147-152.
- CHAMBERS D.T., ALDER F.E., 1960. *J. br. Grassl. Soc.*, **15**, 302-307.
- CHAMBERS D.T., ALDER F.E., 1961. *J. br. Grassl. Soc.*, **16**, 30-36.
- DEMARQUILLY C., 1975. *Fourrages*, **62**, 35-46.
- DONNELLY P.E., 1977. *Proc. N.Z. Soc. anim. Prod.*, **37**, 20-24.
- BASSET J., HAUREZ P., BOUYER J., 1980. I.T.E.B. - E.D.E., étude n° 80 063.
- BASSET J., 1981. Elevage rentabilité, mars, 12-14.
- FALLON R.J., 1964. Animal Production Research Report 1974, 8-12.
- FALLON R.J., 1975. Animal Production Research Report 1975, 18-20.
- FORBES T.J., RAVEN A.M., ROBINSON K.L., 1966. *J. br. Grassl. Soc.*, **21**, 167-172.
- FORBES T.J., RAVEN A.M., ROBINSON K.L., 1967. *J. br. Grassl. Soc.*, **22**, 158-163.
- GIOVANNI R., 1975. Sciences Agronomiques Rennes, 183-195.
- GIOVANNI R., 1976. *Fourrages*, **65**, 37-80.
- GIOVANNI R., 1982. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **49**, 59-67.
- GLEESON P.A., 1971. *Ir. J. agric. Res.*, **10**, 151-159.

- HODGSON J., 1968. *J. agric. Sci. Camb.*, 70, 47-51.
- HODGSON J., TAYLER J.C., LONSDALE C.R., 1971. *J. br. Grassl. Soc.*, 26, 231-237.
- HODGSON J., TAYLER J.C., 1972. *J. br. Grassl. Soc.*, 27, 7-11.
- HODGSON J., RODRIGUEZ Capriles J.M., FENLON J.S., 1977. *J. agric. Sci. Camb.*, 89, 743-750.
- HODGSON J., 1981. *Grass Forage Sci.*, 36, 49-57.
- HODGSON J., JAMIESON W.S., 1981. *Grass Forage Sci.*, 36, 39-48.
- I.T.E.B. - E.D.E. de l'Eure, 1982. Etude n° 82 013.
- JAMIESON W.S., HODGSON J., 1974. *Proc. brit. Soc. anim. Prod.*, 3, 91-92.
- KEANE M.G., 1980. *Anim. Prod.*, 30, 3, 458.
- KEANE M.G., 1981. *Anim. Prod.*, 32, 3, 391.
- KEROUANTON J., 1980., Journées d'études sur l'élevage des génisses, EDE Bretagne-Loire, 30-41.
- LECOINTRE Y., 1981. Publications EDE - Chambre d'agriculture de Maine et Loire.
- LILA M., 1977. *Ann. Amélior. Plant.* 27, 1, 117-128.
- LONSDALE C.R., TAYLER J.C., 1969. *J. agric. Sci. Camb.*, 73, 483-488.
- MILES V., LOGAN V.S., PIDGEN W.J., 1961. *Can J. anim. Sci.*, 41, 55-62 et 63-70.
- MORCEL G., 1976. Mémoire ENSA Rennes.
- MOURIER C., 1979. *Elev. bovin*, 86, 75-81.
- MOURIER C., 1982. Journées d'information du 26 mars, EDE de Normandie. Edition I.T.E.B.
- POOLE D.A., 1977. *Exp. Husb.*, 33, 40-46.
- POOLE D.A., 1981. *J. agric. Sci. Camb.*, 97, 433-435.
- PRESTON T.R., 1957. *J. br. Grassl. Soc.*, 12, 3, 178-186.
- PRESTON T.R., 1957. *J. agric. Sci. Camb.*, 48, 259-265.
- RAYNAUD J.P., LAUDREN G., JOLIVET G., 1974. *Ann. Rech. vet.*, 5, 2, 115-145.
- ROUBIN Y., 1977. Mémoire de fin d'études ENSA Rennes.
- ROY J.H.B., SHILLAM K.W.G., PALMER J., 1955. *J. Dairy Res.*, 22, 252-265.
- ROY J.H.B., 1970. The calf, vol. 1, Management and Feeding. Iliffe Books, London.
- SLADE C.F.R., 1972. *Exp. Husb.*, 21, 60-67.
- TIIHONEN P., POUTIAINEN E., 1977. *J. sci. agric. Soc. Finl.*, 49, 239-249.
- TISSERAND J.L., 1970. "L'herbe et les Bovins", Ministère de l'Agriculture, 110-114.
- TROCCON J.L., DEMARQUILLY C., JOURNET M., 1975. *Bull. tech. CRZV. Theix, INRA*, 21.
- TRIGG T.E., MARSH R., 1979. *Proc. N.Z. Soc. anim. Prod.*, 39, 260-264.
- WALSHE M.J., KELLEHER D., 1971. *Ir. J. agric. Res.*, 10, 81-94.

Influence du sorbitol dans l'alimentation du veau de boucherie

P. THIVEND

Laboratoire de la Digestion

Le sorbitol est un dérivé du glucose qui accroît la sécrétion biliaire chez de nombreuses espèces (homme, rat, chien) et en particulier chez le jeune veau (THIVEND *et al.*, 1983). L'importance de l'augmentation de bile excrétée dépend de la quantité de sorbitol ingérée (comprise entre 6 et 20 g par jour avec une réponse maximum pour une dose voisine de 6 g dans nos conditions expérimentales). Les mécanismes physiologiques responsables de cet accroissement de la sécrétion biliaire sont relativement bien connus : le sorbitol stimule la sécrétion de deux hormones produites au début de l'intestin grêle (sécrétine, cholécystokinine) qui agissent sur la sécrétion de la bile (et du suc pancréatique).

Le but de cet essai a été d'étudier si l'influence du sorbitol sur la sécrétion biliaire pouvait avoir des conséquences sur l'utilisation des aliments d'allaitement distribués au veau de boucherie. On peut penser en effet que l'accroissement de la quantité de bile sécrétée peut améliorer l'utilisation digestive et (ou) métabolique des lipides, par le biais de l'augmentation de l'excrétion des sels biliaires. Mais d'autres effets digestifs ou métaboliques peuvent être liés à l'accroissement de l'excrétion des sels minéraux ; enfin, une influence positive sur l'état sanitaire des animaux n'est pas à négliger si l'on considère le rôle important de la bile dans l'élimination des déchets du métabolisme par l'organisme.

Conditions expérimentales

Aliments

Nous avons comparé à un lot d'animaux témoin, deux lots de veaux recevant dans leur aliment une quantité quotidienne

moyenne de sorbitol de 6 ou 9 g/j. Au cours de la première partie de l'essai, trois aliments ont été utilisés (tabl. 1) : leur composition ne différait que par leur teneur en sorbitol (0 - 0,50 et 0,68 p.100 de l'aliment). Au cours de la seconde partie de l'expérience, trois autres aliments ont été utilisés (tabl. 1), qui également ne différaient entre eux que par leur teneur en sorbitol (0 - 0,28 - 0,45 p.100 de l'aliment).

Le taux de lipides des aliments utilisés a été volontairement très élevé (près de 24 p.100 pour les aliments croissance et 23 p.100 pour les aliments finition) afin de pouvoir mettre en évidence les effets du sorbitol (1) sur une éventuelle amélioration de l'utilisation digestive des matières grasses pendant la période où leur digestibilité n'a pas encore atteint son maximum et (2) sur l'importance des troubles digestifs ou métaboliques qui pourraient apparaître à la suite d'une ingestion trop importante de lipides.

Animaux et conduite de l'essai

72 veaux mâles Frison, Frison + Holstein et Normands ont été achetés à l'âge d'environ 8 jours et placés dans une étable en stabulation entravée, sur litière de copeaux de bois. A l'issue des 7 premiers jours de présence, ils ont été répartis en 3 lots (témoin, sorbitol I, sorbitol II) compte tenu de leur race, de leur poids, de leur état sanitaire et de la valeur de leur hématocrite. L'aliment préexpérimental que les veaux avaient reçu lors de la première semaine a alors été remplacé en 4 jours par les aliments de croissance, le lot témoin recevant l'aliment sans sorbitol, le lot sorbitol I, l'aliment en contenant 0,50 p.100 et le lot sorbitol II, l'aliment en contenant 0,68 p.100.

TABLEAU 1
Composition centésimale et composition chimique des aliments

	Première période (P1)			Deuxième période (P2)		
	Témoin	Aliments contenant du sorbitol		Témoin	Aliments contenant du sorbitol	
		I	II		I	II
<u>Composition centésimale</u>						
Poudre de lait écrémé	68	68	68	60	60	60
Matières grasses (suif)	23	23	23	21	21	21
Poudre de lactosérum	-	-	-	10	10	10
Amidon	6,6	6,1	5,9	6,6	6,3	6,15
Sorbitol	0	0,5	0,7	0	0,3	0,45
C.M.V.	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
<u>Composition chimique (% MS)</u>						
Lipides totaux	24,7	24,7	24,5	23,3	23,5	23,0
Matières azotées (Nx6,25)	21,3	21,2	21,4	22,7	22,8	22,8
Sorbitol	0	0,50	0,68	0	0,28	0,45

A l'issue de la 7ème semaine, les aliments de croissance ont été remplacés en 4 jours par les aliments de finition, contenant 0 - 0,28 et 0,45 p.100 de sorbitol. Le plan de rationnement utilisé a été celui proposé par TOULLEC *et al.* (1978) pour la production de veaux de boucherie d'environ 170 kg, poids auquel les animaux ont été abattus.

Résultats

Etat sanitaire

L'état sanitaire des veaux a été excellent pendant les 12 premières semaines de l'expérience au-delà desquelles des diarrhées sont apparues. Elles ont été soignées par administration de méthionine, de vitamine B 12 et d'un mélange réhydratant. Trois animaux sont morts à la suite de ces diarrhées (un dans chaque lot).

Elles ont été réparties à peu près de la même façon dans les trois lots (11 cas pour le lot témoin et le lot sorbitol I ; 9 pour le lot sorbitol II), mais leur gravité a été d'autant moins importante que les veaux recevaient davantage de sorbitol. Ainsi, dans le lot témoin, 6 animaux ont été traités une fois et les 5 autres ont dû recevoir le traitement thérapeutique en moyenne 3 fois. Dans le lot sorbitol I, les valeurs correspondantes sont égales à 7 pour les traitements simples et à 4 pour les traitements multiples qui ont été répétés 2,5 fois. Enfin, pour le lot sorbitol II, les diarrhées ont toutes disparues après un seul traitement. De plus, les diarrhées sont apparues plus tardivement (fig. 1) chez les animaux recevant du sorbitol que chez ceux du lot témoin. Enfin, les performances zootechniques des animaux atteints de diarrhées ont été davantage affectées dans le lot témoin que dans les lots expérimentaux (tabl. 2).

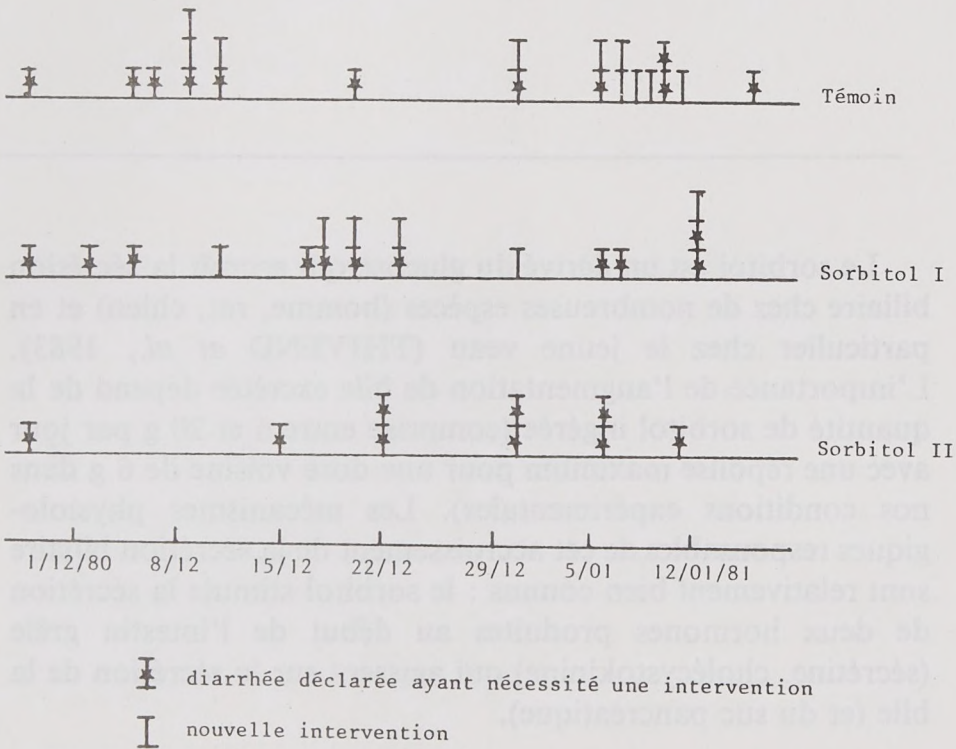


FIG. 1 : Evolution chronologique et numérique des cas de diarrhées

Quantités consommées

Dans l'ensemble, l'appétit des veaux a été satisfaisant. L'importance et la fréquence des refus observés sont à relier aux troubles diarrhéiques précédemment signalés. Le nombre d'animaux ayant refusé plus de 0,1 p.100 des quantités proposées sur l'ensemble de l'expérience a été respectivement de 12, 7 et 5 pour les lots témoin, sorbitol I et II et les refus ont représenté en moyenne 1,24 - 0,95 et 0,66 p.100 de l'ingéré.

Les animaux des lots sorbitol I et II ont ingéré en moyenne 5,9 et 9,1 g de sorbitol par jour, mais cette ingestion n'a pas été régulière dans le temps. Au cours de la première période, les quantités de sorbitol ingérées ont augmenté respectivement de 5,3 et 8,0 g/j et de 7,5 à 11,3 g/j pour les lots sorbitol I et II. Après le changement d'aliment, les quantités de sorbitol ingérées ont chuté de façon importante (de 8 g à 4,5 g et de

TABLEAU 2

Résultats zootechniques (Moyennes et écarts-types des échantillons)

	Témoïn	Sorbitol I	Sorbitol II
Nombre d'animaux	21	21	20
Poids vif (kg)			
- à la mise en lot	49,3 (4,4)	48,5 (4,6)	49,0 (4,6)
- à la fin de l'essai	168,6 (3,0)	169,3 (3,3)	169,0 (3,4)
Durée de l'essai (j)			
- P1 (1)	49,7 (0,5)	49,7 (0,5)	49,7 (0,5)
- P2 (1)	70,0 (10,1)	65,7 (7,6)	64,1 (6,8)
Gain de poids vif (g/j)			
- P1	750 (86)	750 (91)	756 (103)
- P2	1186 (116) ^a	1279 (99) ^b	1293 (80) ^b
- P1 + P2	1002 (73) ^a	1050 (61) ^{cb}	1056 (52) ^{cb}
Quantité d'aliment d'allaitement ingéré/kg de gain de poids vif (kg)			
- P1	1,54 (0,17)	1,54 (0,20)	1,53 (0,15)
- P2	1,87 (0,17) ^a	1,72 (0,12) ^b	1,74 (0,12) ^b
- P1 + P2	1,79 (0,16) ^a	1,66 (0,12) ^b	1,67 (0,09) ^b
Valeur de l'hématocrite (%)			
- au changement d'aliment (fin P1)	20,9 (5,4)	21,6 (5,2)	22,3 (5,9)
- à l'abattage	18,1 (3,4)	19,0 (3,8)	18,8 (3,9)
Poids de carcasse (kg)	103,6 (3,9)	104,9 (3,8)	104,4 (5,0)
Rendement commercial (p.100)	62,8 (2,5)	63,3 (2,5)	62,7 (2,4)
Etat d'engraissement (2)	2,5 (0,4)	2,6 (0,4)	2,6 (0,3)
Poids du foie (3)	2,14 (0,20)	2,10 (0,16)	2,20 (0,27)
Note de coloration (4)	1,86 (0,6)	1,90 (0,5)	1,80 (0,7)

(1) Période correspondant à la distribution de l'aliment de croissance (P1) et à l'aliment de finition (P2).

(2) Somme des dépôts adipeux périrénaux, péritonéaux et intestinaux en p.100 du poids vif vide.

(3) p.100 du poids vif vide.

(4) 1 : très pâle ; 5 : rose foncé.

Les valeurs sur une même ligne accompagnées de lettres différentes sont significativement différentes. a et b : $P < 0,01$; a et c : $P < 0,02$

11,3 g à 7,7 g pour augmenter ensuite et atteindre 7,8 et 12,5 g par jour) (fig. 2). L'irrégularité dans la distribution de sorbitol n'a donc pas été satisfaisante, d'autant plus qu'elle a eu lieu à un moment où l'effet du sorbitol pouvait être important. Une incorporation de 0,5 p.100 de sorbitol dans l'aliment qu'il soit de croissance ou de finition permettrait une ingestion de sorbitol plus régulière et devrait correspondre à la dose optimum à utiliser.

Croissance - utilisation de l'aliment - caractéristiques des carcasses

Le sorbitol n'a pas eu d'effet sur la vitesse de croissance des veaux ni sur l'efficacité alimentaire (kg d'aliment d'allaitement nécessaire par kg de gain de poids vif), pendant la première partie de l'expérience. En revanche, il a eu un effet positif

pendant la phase de finition (tabl. 2). Le gain de poids vif journalier a augmenté significativement ($P < 0,01$) de 7,8 et de 9,0 p.100 pour les animaux des lots sorbitol I et II. Corrélativement, l'efficacité alimentaire a été améliorée significativement ($P < 0,01$) de 7,5 p.100. L'effet positif du sorbitol s'est manifesté lorsque les animaux ont dépassé le poids vif de 115 kg et s'est ensuite amplifié, en partie parce que le gain de poids journalier des animaux recevant du sorbitol a augmenté mais surtout parce que la croissance du lot témoin a fortement ralenti. Ce ralentissement a vraisemblablement été provoqué par les troubles liés à une surcharge digestive et métabolique en lipides qui seraient moins importants ou inexistantes avec les animaux recevant du sorbitol. L'apparition des diarrhées qui a eu lieu alors que les animaux pesaient environ 135 kg et les différences - signalées précédemment - dans l'importance de ce trouble sanitaire appuient cette hypothèse et pourraient confirmer le rôle de facteur "lipotrope" que l'on attribue généralement au sorbitol.

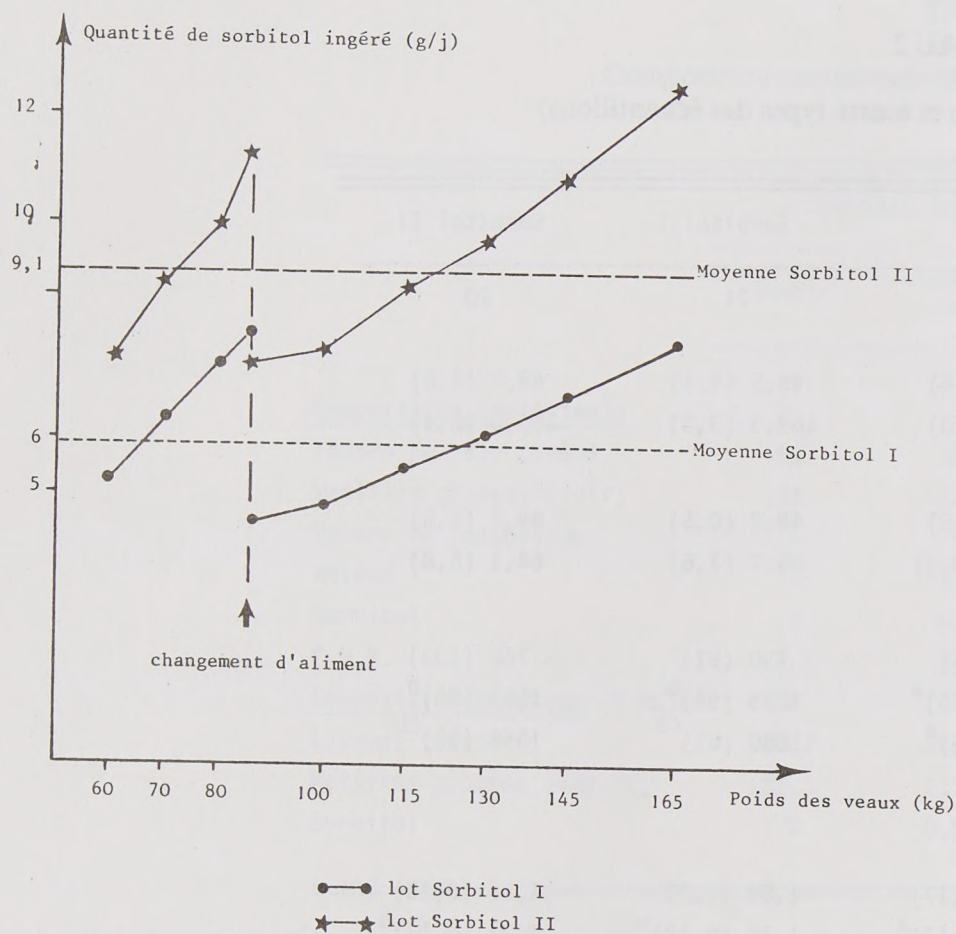


FIG. 2 : Evolution de la quantité de sorbitol ingéré (g/j)

L'ingestion de sorbitol n'a eu en revanche, aucun effet sur les principales caractéristiques de la carcasse ou du 5ème quartier. Ni le rendement de carcasse, ni la coloration de la viande, ni l'état d'engraissement n'ont été significativement modifiés (tabl. 2).

Discussion

Les résultats que nous avons obtenus traduisent une "fatigue" du foie des veaux recevant un aliment d'allaitement très riche en lipides. Cette fatigue est apparue plus tôt chez les veaux témoins (fig. 1) et a été beaucoup plus sévère que chez ceux qui recevaient du sorbitol. L'effet bénéfique de ce produit sur les performances des animaux est probablement à mettre d'abord au compte d'une amélioration du métabolisme hépatique plutôt qu'à une action directe du sorbitol sur la digestibilité déjà très élevée de l'aliment.

Dans l'ensemble, les performances des animaux ont été moyennes, surtout pendant la période de croissance (P 1). Ceci est dû d'abord au fait que les aliments avaient une teneur en

protéines relativement faible (21,2 à 21,4 p.100 de la matière sèche) et une teneur en lipides très élevée (24,5 à 24,7 p.100 de la matière sèche). Les performances des veaux du lot témoin ont été modestes, pour plusieurs raisons : composition de l'aliment, absence de "facteurs lipotropes" dans l'aliment et nombreux troubles diarrhéiques. Ces différentes raisons n'expliquent pas en totalité cette diminution des performances. En effet, même chez les animaux du lot témoin qui n'ont jamais été atteints de diarrhées, la vitesse de croissance a été inférieure à celle de leurs homologues des lots sorbitol I et II (1230 au lieu de 1300 et 1280 g/j). Ceci traduit vraisemblablement un dysfonctionnement hépatique chez les animaux témoins, dès la première période de l'expérience, qui n'a pas été suffisamment important pour déclencher des diarrhées, mais qui a pu être toutefois responsable du ralentissement de la vitesse de croissance. Il est intéressant de noter également que les animaux atteints de diarrhées pendant la période de finition, dans le lot témoin et dans celui recevant la plus faible dose de sorbitol, avaient eu des performances plus faibles, déjà au cours de la période de croissance. Est-ce le signe d'un fonctionnement hépatique déjà perturbé pendant cette première partie de l'essai ? Cette hypothèse paraît d'autant plus vraisemblable qu'aucune différence n'a été observée chez les veaux recevant l'aliment le plus riche en sorbitol. L'effet positif du sorbitol sur la fonction hépatique reste cependant difficile à expliquer parce que ce domaine est encore très mal connu et aussi parce que les critères que nous avons utilisés pour le mesurer ne nous permettent pas de fournir des explications précises. Il apparaît nécessaire maintenant d'étudier le métabolisme lipidique au niveau sanguin et peut-être même spécifiquement au niveau du foie.

REMERCIEMENTS

Aux Etablissements ROQUETTE Frères 62130 Lestrem (France) pour la fourniture du sorbitol et pour l'aide financière apportée à la réalisation de ce travail. A MM. C. MARPILLAT, M. GAGNADRE et J. MOULY qui ont eu la responsabilité de la réalisation technique de l'expérience.

Références bibliographiques

THIVEND P., DEBARRE M., LEFAIVRE J., TOULLEC R., 1983. Influence du sorbitol sur la sécrétion biliaire chez le veau préruminant (à paraître).

TOULLEC R., THIVEND P., VERMOREL M., GUEGUEN L., 1978. In "Alimentation des Ruminants" Chap. 10. "Veau préruminant" p. 245-274. Ed. INRA Publications 78000 Versailles.

Comparaison de la méthode du ''pâturage intensif continu'' et du ''pâturage intensif tournant'' pour la production de viande de bovins

Essai conduit en 1978 - 1979 - 1980 - 1981

D. LECONTE

*I.N.R.A. - Domaine du Vieux Pin
Le Pin au Haras, 61310 Exmes*

Il est admis que l'exploitation rationnelle des prairies intensifiées est optimale lorsque l'on ménage un temps de repos à la prairie entre les pâtures successives.

La rotation simple à 3 ou 4 parcelles a évolué progressivement vers une rotation de plus en plus complexe à une dizaine de parcelles, puis vers le système ''Paddock'' à 21 parcelles ou le paturage rationné au fil électrique déplacé deux fois par jour.

A partir de 1970, un nouveau système de pâturage a été mis au point en Grande Bretagne par la firme I.C.I. ; ce système est appelé ''Set Stocking'' ou ''Full Graze'' et en français ''pâturage intensif continu'' ou ''pâturage intensif libre''.

En pâturage intensif continu, les animaux utilisent pendant toute la saison une seule parcelle, dont une partie toutefois peut être fauchée au printemps.

La fumure azotée annuelle préconisée est très élevée, de l'ordre de 400 unités/ha, apportée en *présence des animaux* à un rythme mensuel.

Le chargement est élevé pour conserver un gazon ras, qui doit être maintenu entre 6 et 9 cm de hauteur tout au long de la saison de pâturage.

Beaucoup d'éleveurs anglais, puis quelques européens, ont adopté ce système depuis 1975. En France, son introduction est plus récente et remonte à 1978.

Nous ne disposons donc actuellement que de références étrangères (Angleterre, Belgique, Allemagne) et le but de ce premier essai est de situer la productivité et les problèmes posés par cette nouvelle technique, lorsque la prairie constitue la base de l'alimentation des bovins.

Conditions expérimentales

Au Domaine de l'I.N.R.A., au Vieux Pin, en Normandie, nous avons comparé depuis 1978 la production de gain de poids vif obtenu à partir du pâturage continu à celle du pâturage tournant, sur un troupeau de jeunes boeufs en croissance.

Conditions climatiques

La pluviométrie moyenne sur 23 ans est de 705 mm alors que ces quatres dernières années elle a atteint 764 mm. Nous observons, dans nos conditions, en moyenne 2 années sur 3, un

déficit hydrique de 44 mm dont la durée oscille entre 26 et 41 jours. Les trois premières années de l'essai sont représentatives de cette moyenne (tabl. 1).

Les conditions climatiques ont été comparables les deux premières années, mais très différentes la troisième où il n'y a eu aucun déficit hydrique. Par contre, la quatrième année est aberrante : pluviométrie excessive en mai qui a nécessité la rentrée des animaux en stabulation pendant un mois et sécheresse estivale accompagnée d'un arrêt complet de la pousse de l'herbe en été.

TABLEAU 1
Principales caractéristiques du climat

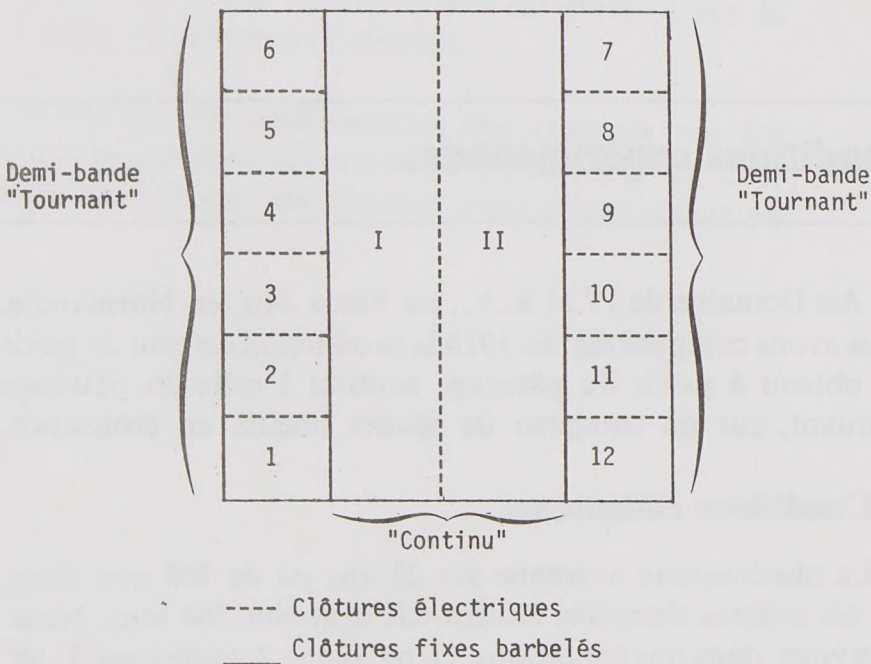
Année	Pluvio- métrie annuelle (mm)	Printemps	Eté	Automne
1978	679	Frais Très humide	Froid Humide	Frais Très sec
1979	773	Froid Très humide	Frais-Sec	Frais Humide
1980	758	Froid-Sec	Frais Très humide	Froid Humide
1981	845	Doux Humidité excessive	Frais Très sec	Frais Très humide

Caractéristiques de la prairie

Une prairie de 2 hectares de ray-grass anglais semée en 1975 a été séparée et la partie centrale utilisée en pâturage continu (voir schéma).

Les bandes utilisées en pâturage tournant servant de témoin sont divisées en 12 parcelles. La parcelle utilisée pour le pâturage continu est seulement séparée en deux au printemps.

Dispositif expérimental



La fumure azotée est apportée uniformément avant la mise à l'herbe (80 unités/ha), puis 60 unités/ha lors de chaque changement de parcelle, dans le système pâturage tournant. L'engrais est épandu sur la partie attenante du système pâturage continu (I ou II) lorsque les animaux sortent des parcelles 3 ou 9 du système tournant.

Il n'est pas possible de quantifier la production fourragère en pâturage continu ; nous ne présenterons donc que les résultats obtenus sur les animaux.

Troupeau Bovin

Des bouvillons croisés de 15 mois, issus des races Charolaise, Limousine et Maine-Anjou, élevés au pis, sur le Domaine, pesant 400 kg à la mise à l'herbe sont allotés (méthode des couples) en fonction de leur croissance avant et après sevrage, de leur poids et de leur race.

Les contrôles de croissance sont effectués sur les deux lots par doubles pesées à l'entrée et à la sortie des animaux et à chaque cycle du pâturage tournant soit 6 à 7 fois au cours de la saison. Des simples pesées intermédiaires sont réalisées sur les deux lots en milieu de cycle du pâturage en rotation.

Le nombre d'animaux est volontairement élevé au printemps (7 à 9) pour améliorer la précision des mesures.

Ces jeunes boeufs ne reçoivent aucune complémentation, hormis les pierres de sel.

Conduite du pâturage

La mise à l'herbe, simultanée pour les deux troupeaux, a lieu durant la deuxième quinzaine d'avril, lorsque la portance du sol le permet.

Durant la période de printemps le nombre d'animaux est pratiquement semblable dans les deux techniques (7 à 9 animaux suivant le poids).

En conditions normales, la moitié de la surface est ensilée au printemps quel que soit le système de pâturage. Par contre, lorsque la pousse de l'herbe est ralentie, la surface ensilée est réduite.

En été, les parcelles en rotation sont regroupées par deux pour que le temps de séjour par parcelle ne soit pas inférieur à 3 - 4 jours. En pâturage continu, les animaux disposent de toute la surface aussitôt après la récolte en ensilage.

Les refus ne sont fauchés que dans les parcelles en pâturage tournant, une fois par an, habituellement à la fin du troisième cycle, lorsque l'épiaison n'a pu être totalement maîtrisée.

Lors des deux dernier cycles, le rendement fourrager est très variable, mais en fin de saison, malgré un aspect souvent luxuriant l'herbe produite est de faible valeur alimentaire, la teneur en matière sèche, étant très faible.

L'ajustement du chargement est fonction de la quantité d'herbe présente en pâturage tournant (estimée par prélèvements) et de trois critères en pâturage continu :

- la hauteur du gazon, maintenue dans une fourchette de 6 à 9 cm. De plus, lors de périodes de sécheresse, la mesure de la quantité instantanée d'herbe disponible a été contrôlée après fauche à l'aide d'une tondeuse à gazon réglée à 3 cm au-dessus du sol. Le chargement a été diminué pour que cette quantité ne soit pas inférieure à 350 kg de matière sèche par hectare ;

- la conduite en parallèle d'un essai fauché à un rythme très fréquent, destiné à estimer la production journalière de la prairie ;

- enfin, les simples pesées intermédiaires sur les animaux.

Résultats sur animaux

Les bilans annuels comparés des deux techniques de pâturage "tournant" et "continu" montrent une productivité plus faible du pâturage continu, puisque le gain de poids vif/ha global du pâturage continu n'atteint que 83,5 p.100 de celui du pâturage tournant, en moyenne sur les trois premières années (tabl. 2). Les résultats obtenus durant la quatrième année ne sont donnés qu'à titre indicatif.

Ce résultat appelle quelques remarques ; le nombre de jours de pâturage (978 contre 1172) et les réserves sous forme d'ensilage ou de foin (1 t37 de MS au lieu de 2t21) sont très inférieures en pâturage continu ; mais les variations annuelles sont importantes et font apparaître les points faibles de chaque technique.

La croissance des bouvillons est très variable d'une année à l'autre, mais aussi en cours de saison (tabl. 3).

TABLEAU 2

Bilans moyens annuels/ha

ANNEE	1978		1979		1980		MOYENNE		1981	
Fumure azotée (unités/ha/an)	450		420		320		397		290	
Date de mise à l'herbe Durée de pâturage en jours	29 Avril 176		27 Avril 189		22 Avril 183		- 183		17 Avril 161	
TECHNIQUE	Tournant	Continu	Tournant	Continu	Tournant	Continu	Tournant	Continu	Tournant	Continu
1 - Partie pâturée										
Nombre de jours de pâturage/ha	1083	930	1111	967	1323	1038	1172	978	982	875
Chargement moyen en kg/ha	3174	2746	2234	1894	3290	2701	2899	2447	2650	2393
GAIN DE POIDS VIF OBSERVE (kg/ha)	736	595	846	691	811	835	798	707	725	612
2 - Partie fauchée au printemps										
Surface (E : ensilage - F : foin) par ha	0.42 E +0.17 F	0.42 E	0.17 F	0.00	0.50 E	0.50 E	0.48	0.31	0.33 E	0.25 E
Matière sèche récoltée (tonnes)	3.21	1.56	0.70	0.00	2.73	2.55	2.21	1.37	2.20	1.33
ESTIMATION DU GAIN DE POIDS VIF										
Global (kg/ha) 1 + 2	1011	729	906	691	1046	1053	987	825	915	726
Gain de poids vif/ha du "continu" en % du "tournant"	-	72.2	-	76.3	-	100.8	-	83.5	-	79.4

Gain de poids vif global = Gain réel observé + Gain estimé à partir des fourrages récoltés
(Base : 11,67 kg de MS par kg de gain)

TABLEAU 3

*Evolution de la vitesse de croissance au cours de la saison de pâturage
(en grammes/jour)*

ANNEE	1978		1979		1980		1981	
TECHNIQUE	Tournant	Continu	Tournant	Continu	Tournant	Continu	Tournant	Continu
Premier cycle	1004	1356	561	986	1385	1562	937	1085
Deuxième cycle	1062	1147	547	525	736	487	423	22
Croissance moyenne au printemps écarts types	1037 ± 120	1240 ± 241	553 ± 139	721 ± 201	959 ± 195	897 ± 157	706 ± 383	607 ± 468
Troisième cycle	688	829	986	489	167	720	782	1043
Quatrième cycle	828	481	740	462	492	718	789	879
Cinquième cycle	28	- 313	1290	1323	- 37	173	896	644
Sixième cycle			491	651				
Croissance moyenne Eté-Automne écarts types	471 ± 81	294 ± 177	837 ± 104	711 ± 29	269 ± 134	655 ± 88	816 ± 44	881 ± 274

Lors de printemps humides, comme en 1978 et en 1979, la croissance des animaux au premier cycle est supérieure en pâturage continu (1171 g contre 782 g, soit plus 389 g/jour en moyenne sur les deux années). En effet, le chargement instantané très élevé (96 animaux/ha contre 16) sur des sols à mauvaise portance pénalise le pâturage tournant intensif au printemps. Le même phénomène se retrouve pendant l'été pluvieux de 1980.

Par contre, lors de périodes "sèches", automne 1978 et été 1979, le pâturage tournant permet d'obtenir de meilleurs résultats que le pâturage continu : + 419 g/jour (moyenne sur deux ans).

En pâturage continu la surface fauchée est plus faible et le chargement moyen inférieur (fig. 1 et 2).

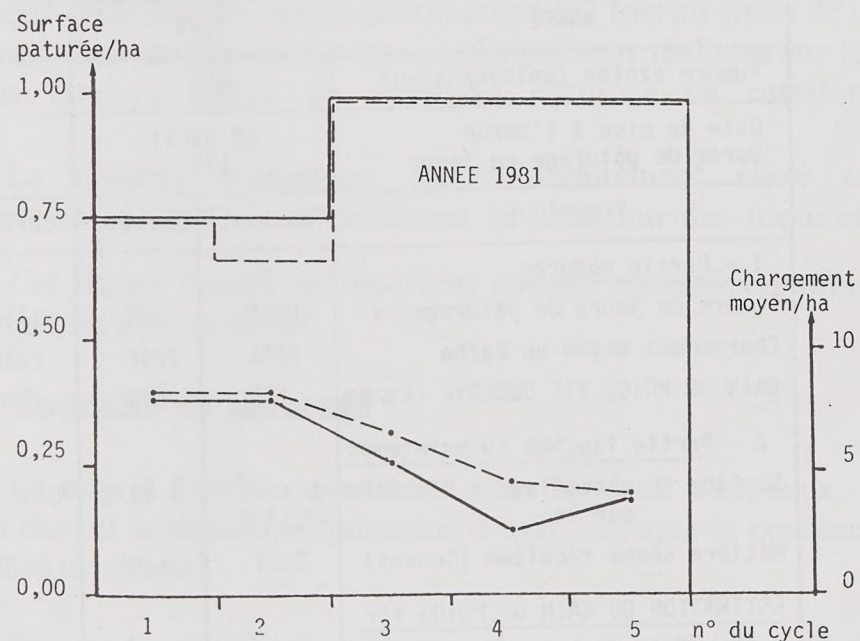
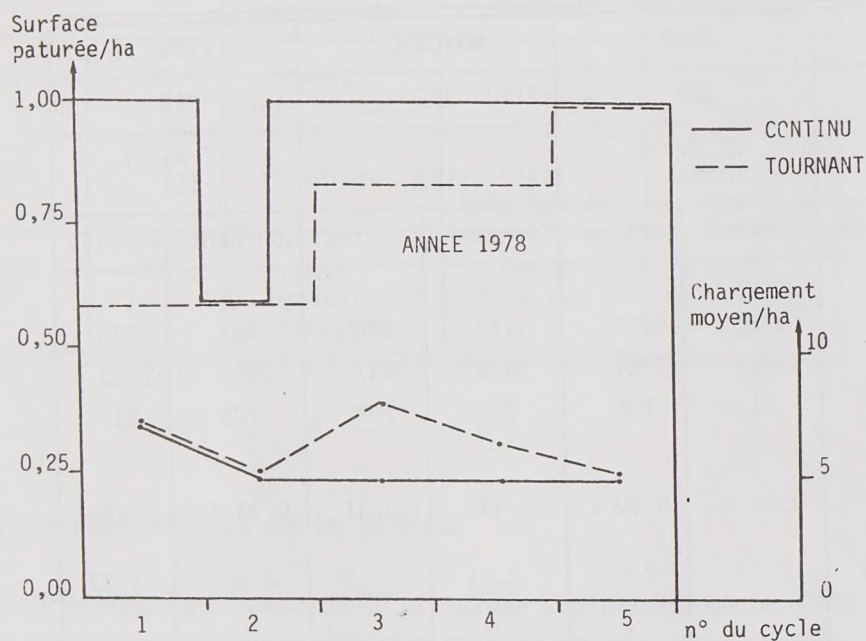
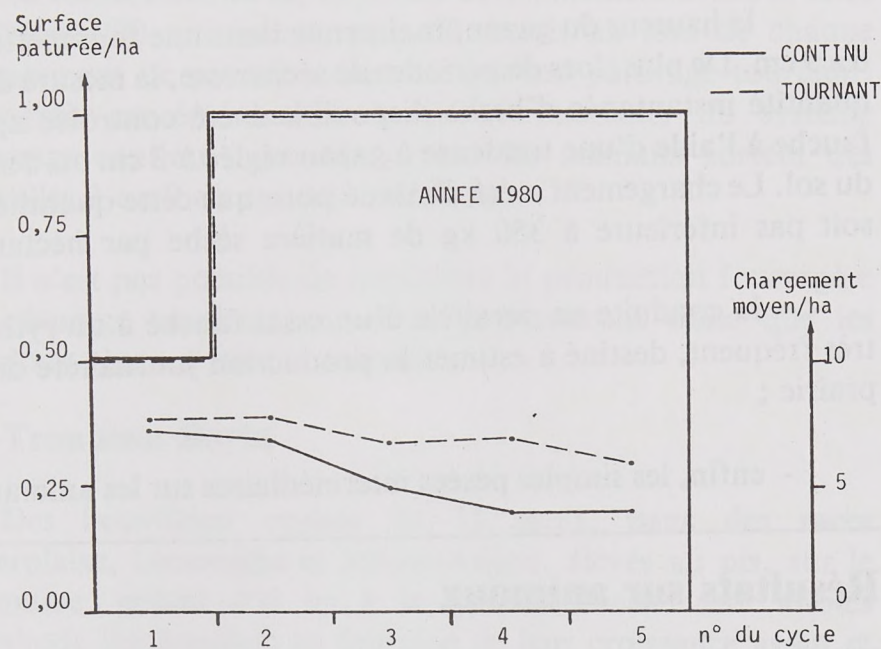


FIG. 2 : Evolution de la surface pâturée et du chargement au cours de la saison

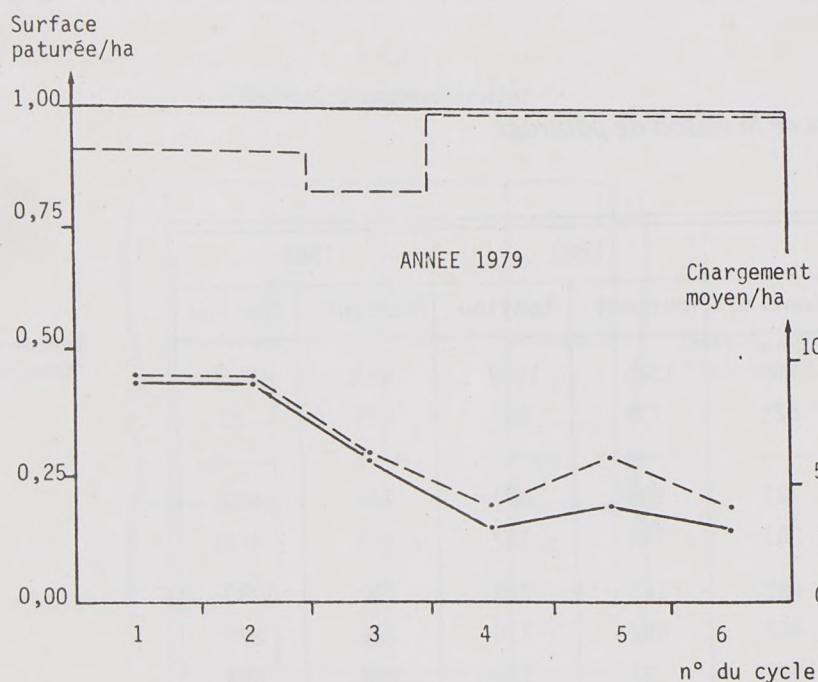


FIG. 1 : Evolution de la surface pâturée et du chargement au cours de la saison

Comportement de la prairie

Le ray-grass anglais de cette prairie semée en 1975 constituait au printemps 1978 la base de la flore prairiale.

Malgré un aspect très différent du gazon dès la fin de la première saison de pâture : végétation dense et port étalé sur la parcelle en pâturage continu donnant l'aspect d'un tapis, végétation lâche et port dressé sur la parcelle en rotation, l'évolution de la flore a été assez lente et n'a été évidente qu'après la troisième saison de pâture.

L'analyse de flore du printemps 1981 donne un bilan de cette évolution (tabl. 4). Nous observons une dégradation de la flore dans les deux traitements : diminution du pourcentage de ray-grass anglais et augmentation du pâturin commun.

La parcelle pâturée en continu est fortement colonisée par le pâturin annuel, tandis que la proportion de sol nu et d'adventices devient relativement importante après le pâturage tournant, ce qui correspond à une évolution normale fréquemment enregistrée dans nos prairies semées. En "continu", le pâturin annuel risque de nuire à la productivité de la prairie, surtout lors des périodes sèches.

TABLEAU 4

Surface de recouvrement de chaque espèce (en p. 100)
Avril 1981

ESPECE	TOURNANT	CONTINU
RAY GRASS ANGLAIS	46.3	38.8
PATURIN COMMUN	24.2	22.7
PATURIN ANNUEL	7.7	34.8
AUTRES GRAMINEES (Chiendent - Agrostis)	3.5	1.0
TREFLE BLANC	0.5	0.0
RENONCULES	4.0	1.2
PISSENLIT	2.6	0.0
SOL NU	11.2	1.5

Discussion

Dans cet essai conduit en pâture, le nombre d'animaux a été ajusté à chaque cycle d'après la hauteur et la quantité d'herbe présente. Nous aurions pu choisir de garder un nombre d'animaux constant et de faucher les excédents de production. Nous avons opté pour la première solution qui fait intervenir un nombre moyen d'animaux plus important.

Malgré la faible surface de cet essai (2 ha) la précision des mesures permet d'obtenir des résultats représentatifs, ils sont par exemple tout à fait comparables à ceux obtenus sur un dispositif de 13 ha, mis en place au Domaine de Borculo, INRA, Le Pin au Haras, en 1980.

Le pâturage en rotation permet d'obtenir les meilleurs résultats, lorsque les fumures azotées sont raisonnées. De 1972 à 1975, par exemple, au cours d'un essai sur le pâturage en rotation, nous avons obtenu sur des bouvillons de 15 mois un gain de poids vif de 955 kg/ha (924 kg de gain réel plus 31 kg par les fourrages récoltés) en utilisant des fumures azotées annuelles de 240 u/ha.

D'autres essais, en pâturage continu, conduits par l'I.N.R.A. en production de viande permettront, à l'avenir, de mieux caractériser les possibilités et les limites de cette nouvelle technique (Laqueuille, Massif Central).

En production laitière les observations sur les exploitations suivies depuis 1979 par l'ITEB et les EDE de Basse Normandie, montrent également une productivité plus faible du pâturage continu. A fumure azotée égale et à production par vache équivalente, le chargement en continu est inférieur et la quantité de concentré distribuée est supérieure. D'autre part, la reprise de poids est moins bonne en continu et les réserves fourragères pour l'hiver sont moindres.

Conclusion

Le pâturage continu technique qui semblait simple, demande beaucoup de connaissances et de maîtrise de la pousse de l'herbe. Cette méthode est moins performante que la rotation, au moins en production de viande, et ne peut être employée valablement qu'en climat régulièrement humide.

Lorsqu'un déficit hydrique est probable, la méthode de pâturage permet de gérer la production prairiale, alors que la production d'herbe en pâturage continu est plus aléatoire et que l'ajustement du chargement est difficile.

Le pâturage continu permet néanmoins de maîtriser la pousse explosive du printemps lors de l'épiaison, mais c'est au détriment des réserves fourragères stockées pour l'hiver.

Il serait vraisemblablement intéressant d'étudier l'utilisation du pâturage continu durant le printemps, suivi d'un pâturage en rotation durant la période sèche. Ce système permettrait une meilleure maîtrise de l'épiaison et une utilisation plus rationnelle de l'herbe durant l'été.

Références bibliographiques

Compte rendu d'un voyage d'Etudes en Angleterre en juin 1977. EDE de l'Orne, 52 Boulevard du 1er chasseur, 61001 Alençon.

HARDY R., 1977. A comparison of paddock grazing and a simple two-area system of grassland management for eighteen-month beef production from autumn-born calves. *Expl. Hush.* 33, 47-52.

CARLIER L., ANDRIES A., DELVAUX R. Pâturage tournant ou pâturage continu intensif. *Rev. Agric.* 4, juillet-août 1977.

LEBRUN V., 1979. Le pâturage continu intensif en Normandie. Etude ITEB-EDE n°80 043.

PFIMLIN A., 1980. Le pâturage continu intensif pour les vaches laitières dans quelques pays de l'Europe du Nord. Etude ITEB n°80 024.

Compte rendu des journées de l'A.N.P.F., février 1980. Valoriser le pâturage ! Les moyens. Comment gérer le pâturage ? Données sur le pâturage continu.

LE DU J., 1980. Le pâturage continu, l'expérience anglaise. *Fourrages*, 82.

MOTT N., 1980. Where is intensive set-stocked permanent pasture suitable ? *DLG - Mitteilungen*, 1980, 95, 10.

Distributeurs automatiques d'aliment concentré pour vaches laitières

J.-L. TROCCON et M. PEREIRA*

I.N.R.A., Station de Recherches sur la Vache laitière
Saint-Gilles 35590 L'Hermitage

L'ingestion volontaire d'énergie sous forme de fourrages par les vaches laitières est généralement inférieure à leurs besoins au cours de la première moitié de la lactation, de sorte que la distribution d'un aliment concentré complémentaire est souvent indispensable. Cette nécessité est à l'origine d'antagonismes entre l'organisation du travail à la ferme, les structures techniques des exploitations et l'intérêt nutritionnel des vaches laitières. La distribution de l'aliment concentré a été envisagée à volonté ou rationnée, individuellement, à l'auge ou en salle de traite, ou collectivement en ration complète. Souvent, l'évolution de l'élevage a remis ces techniques en question.

Aujourd'hui, l'électronique fait son entrée à la ferme avec la mise sur le marché de distributeurs automatiques d'aliments concentrés. Les informations disponibles, quant à leur fiabilité, leur fréquentation par les vaches laitières et leurs modalités d'utilisation dans les conditions françaises ont été revues récemment (BILLON *et al.*, 1981).

Pour notre part, les installations existantes à la ferme de Champeaux de la Station de Recherches sur la Vache laitière à Rennes ont permis d'apporter une contribution à la connaissance des distributeurs automatiques d'aliment concentré utilisés dans le cadre de ce troupeau expérimental. Il nous a semblé opportun de rapporter les observations que nous avons faites.

I. Conditions expérimentales

1. Matériel de distribution

Cette étude s'est déroulée à l'occasion de l'utilisation de 2 distributeurs automatiques de type SELFCONTROLE (Société

Lorraine Cotibar) en liaison directe avec une console de programmation. Chaque distributeur comprend une réserve de 100 kg d'aliment concentré divisible en 2 trémies égales surmontant une auge. Les vaches laitières portent un collier électronique qui permet leur identification lorsqu'elles se présentent devant l'auge. La distribution de l'aliment concentré à partir des trémies vers l'auge est volumétrique, grâce à 2 vis commandées par 2 moteurs dont les temps de fonctionnement sont programmables indépendamment seconde par seconde.

Ce matériel de distribution permet :

a) de rationner 1 ou 2 aliments concentrés vache par vache en 1 à 9 portions par cycle de distribution de 24 heures. Par ailleurs, selon le même principe, chacune des portions distribuées par le premier moteur est fractionnable en 1 à 9 doses égales apportées à intervalles de 15 secondes ;

b) d'étaler dans le temps la consommation d'aliment concentré en imposant à chaque vache un délai réglable de 1 à 9 quarts d'heure (15 mn à 2 h 15 mn) entre les distributions de 2 portions successives. Ce "délai imposé" est le temps minimum pendant lequel une vache ne peut pas recevoir une nouvelle portion. La première portion d'aliment concentré est distribuée à chaque vache lors de sa première entrée dans le distributeur après le lancement du cycle de distribution.

La console de programmation permet :

a) de mémoriser la ration d'aliment concentré à apporter vache par vache et les modalités de sa distribution. Le lancement d'un nouveau cycle de distribution est manuel ou automatique ;

(*) Ingénieur agronome uruguayen en stage depuis 1980 à la station. Ce travail a donné lieu à une thèse de 3^e cycle soutenue à Rennes le 3/9/82.

b) de connaître instantanément le bilan des portions distribuées à chaque vache (par contrôle optique ou par édition sur imprimante) à tout moment de la journée et en particulier avant le lancement d'un nouveau cycle de distribution. L'aliment concentré éventuellement non distribué à la fin d'un cycle n'est pas reporté au suivant.

Dans notre étude, le volume de chaque portion devait correspondre à un apport de 1 kg d'aliment concentré distribué en 2 doses de 500 g. Les aliments concentrés de type "production" et tourteau étaient présentés sous la forme de granulés de 5 mm de diamètre.

Les 2 distributeurs étaient placés parallèlement et à environ 10 mètres de l'auge à fourrages avec un accès sur 180°. Les vaches accédant au distributeur provoquaient la fermeture de la porte arrière et étaient protégées sur les côtés.

2. Conduite expérimentale (tabl. 1)

Cette étude a été conduite sur le troupeau de vaches laitières en stabulation libre sur aire paillée de la ferme de Champeaux (tabl. 2).

Avant la période expérimentale, les vaches munies d'un collier identificateur ont été adaptées aux distributeurs par entrée forcée (novembre 1980), puis réadaptées après leur vêlage (janvier, février 1981). Neuf vaches en milieu de lactation et 35 en début de lactation, dont 11 primipares, ont été réparties selon leurs caractéristiques (production laitière, poids vif, âge, date de vêlage...) en 2 lots comparables. Chacun de ceux-ci, d'environ 20 vaches, a pu accéder à un distributeur (chargement BAS), jusqu'en mars 1981. Ensuite, ces deux lots ont été regroupés progressivement en un seul, lequel n'a plus accédé qu'à un distributeur (chargement HAUT). A la mise à l'herbe, 31 vaches en lactation ont eu accès aux 2 distributeurs.

Outre les observations relatives au fonctionnement des appareils et à l'adaptation des vaches laitières aux distributeurs, 3 thèmes d'études se rapportant directement aux conditions d'utilisation des distributeurs ont été abordés :

a) le délai imposé entre les distributions de 2 portions successives d'aliment concentré qui est une constante fixée par le matériel de distribution pour l'ensemble du troupeau. Les délais de 2 heures, 1 heure et 15 mn ont été comparés essentiellement au chargement BAS et sur une courte période au chargement HAUT ;

b) le nombre de vaches accédant à un distributeur au cours du passage du chargement BAS (20 vaches environ) au chargement HAUT (42 vaches) ;

c) les difficultés rencontrées lors de la mise à l'herbe.

Pendant la période expérimentale hivernale, les vaches laitières ont reçu de l'ensilage de maïs (30 p.100 MS) à volonté, distribué le matin (9-10 heures), et de l'aliment concentré apporté au-dessus de 10 kg de lait 4 p.100 pour les vaches primipares et de 17 kg de lait 4 p.100 pour les vaches multipares (niveaux de production laitière permis par la ration de base). Cependant, les vaches en milieu de lactation ont reçu au minimum 0,5 kg d'aliment concentré. La quantité moyenne d'aliment concentré distribuée a été de 4 kg environ par vache par jour (0,5 à 8 kg).

A l'herbe, les vaches ont pâturé du ray-grass anglais et la complémentation en aliment concentré a été réalisée au-dessus de 14 et 20 kg de lait 4 p.100 respectivement pour les vaches primipares et multipares. La quantité moyenne d'aliment concentré distribuée a été de 3,5 kg par vache par jour (1 à 7 kg).

TABEAU 1

Conduite expérimentale

Dates des observations	Délai imposé entre les distributions de 2 portions d'aliment concentré	Vaches - Effectifs		Thèmes
		Distributeur n° 1	Distributeur n° 2	
Novembre 80..... Janvier 81.....	- 2 heures	11 génisses - 33 vaches 44 vaches		Adaptation Réadaptation
4 et 13 Février 81..... 24 et 26 Février 81..... 3 et 12 Mars 81.....	2 heures 1 heure 15 minutes	18 18 20	20 20 22	} Délai imposé entre les distributions de 2 portions d'ali- ment concentré Chargement
28 Mars 81.....	15 minutes	2	42	
31 Mars 81..... 2 Avril 81.....	1 heure 2 heures	2 2	42 42	} Délai imposé entre les distributions de 2 portions d'ali- ment concentré
24 Avril 81.....	15 minutes	31 vaches		Mise à l'herbe

TABLEAU 2

Caractéristiques des vaches laitières expérimentales

VACHES	Effectif	Rang de lactation	Poids vif (kg)	Production laitière maximale (kg/jour)
<u>PRIMIPARES</u>				
* début de lactation.....	11	1	525 ± 60	24,6 ± 3,7
<u>MULTIPARES</u>				
* début de lactation.....	24	4,3 ± 2,3	670 ± 51	31,2 ± 5,1
* milieu de lactation.....	9	3,0 ± 1,4	658 ± 67	14,7* ± 2,7

* au début de la période expérimentale (Février 1981)

Les traites des vaches ont commencé à 7 heures et à 16 heures 30 mn.

3. Observations et mesures

Des observations visuelles précises (24 h/24) de l'occupation des distributeurs par les vaches laitières ont été réalisées au cours de 10 cycles de distribution. Nous avons enregistré les numéros des vaches passant dans les distributeurs, les heures des passages par rapport au lancement du cycle de distribution et les temps d'occupation des distributeurs par les vaches laitières chronométrées manuellement.

Un passage au distributeur et le temps d'occupation correspondant ont été qualifiés d'UTILES en cas de distribution effective d'une portion d'aliment concentré ; à l'inverse d'INUTILES lorsque la distribution n'était pas possible.

A partir des heures des passages utiles aux distributeurs, nous avons caractérisé l'étalement de la distribution d'aliment concentré par un horaire moyen des distributions des 1 à 8 portions successives et un temps moyen entre les distributions de 2 portions successives pour les vaches qui en reçoivent au moins 2.

II. Résultats

1. Fiabilité des distributeurs et inconvénients

La distribution volumétrique par l'intermédiaire d'une temporisation manque de précision et de fidélité malgré un respect du temps de fonctionnement des moteurs. Pour une dose prévue de 500 g d'aliment concentré, la quantité distribuée varie de 479 à 572 g ($527 \text{ g} \pm 41$, $n = 22$). Par ailleurs, un dérèglement de la quantité distribuée a été observé au cours du temps et nous a obligé à effectuer des ajustements de la durée de fonctionnement des moteurs entre 12 et 16 secondes. De plus, le lancement automatique du cycle de distribution a subi un décalage régulier d'au moins 5 mn chaque jour.

Les pannes électroniques de la console de programmation sont les plus sérieuses bien que assez rares. Elles ont en général pour origine des défaillances dans l'alimentation électrique. Au niveau des distributeurs eux-mêmes, les pannes ont surtout une origine mécanique, auxquelles une surveillance régulière permet de remédier facilement le plus souvent.

Les trémies d'aliments concentrés des distributeurs ont une capacité insuffisante en particulier en cas de remplissage manuel et, si elles sont vides, les portions sont décomptées comme si elles étaient distribuées aux vaches.

2. Adaptation des vaches à la distribution

La durée de l'adaptation forcée des vaches aux distributeurs a été en moyenne inférieure à 1 semaine ($6,5 \pm 5,3$ jours) et après le vêlage, la réadaptation a été rapide ($1,6 \pm 1,4$ jour). Au cours des 10 semaines hivernales d'observations, les portions d'aliment concentré non distribuées ont représenté 4 p.100 (240 kg) de la quantité totale programmée. Elles sont liées aux pannes du matériel de distribution (21 p.100), aux vaches laitières (première semaine de la lactation : 19 p.100 ; maladies : 20 p.100 ; chaleurs : 18 p.100) et aux changements expérimentaux (22 p.100).

Le lancement du cycle de distribution (à 9 heures) détermine la fréquentation des distributeurs par les vaches laitières. Cependant, les passages présentent deux maxima situés après les traites du matin et du soir. L'activité des vaches aux distributeurs diminue en début de nuit (21-24 heures) et est nulle en fin de nuit (5-6 heures) (fig. 1).

Chaque passage inutile à un distributeur dure en moyenne 1,4 minute ($n = 2122$). Si une portion de 1 kg d'aliment concentré est distribuée, chaque passage dure en moyenne 4,9 minutes ($n = 909$) et le temps d'occupation utile du distributeur augmente de 2,7 minutes par kg d'aliment concentré. Par ailleurs, le temps d'occupation utile du distributeur par kg d'aliment concentré distribué diminue lorsque le volume de la portion augmente.

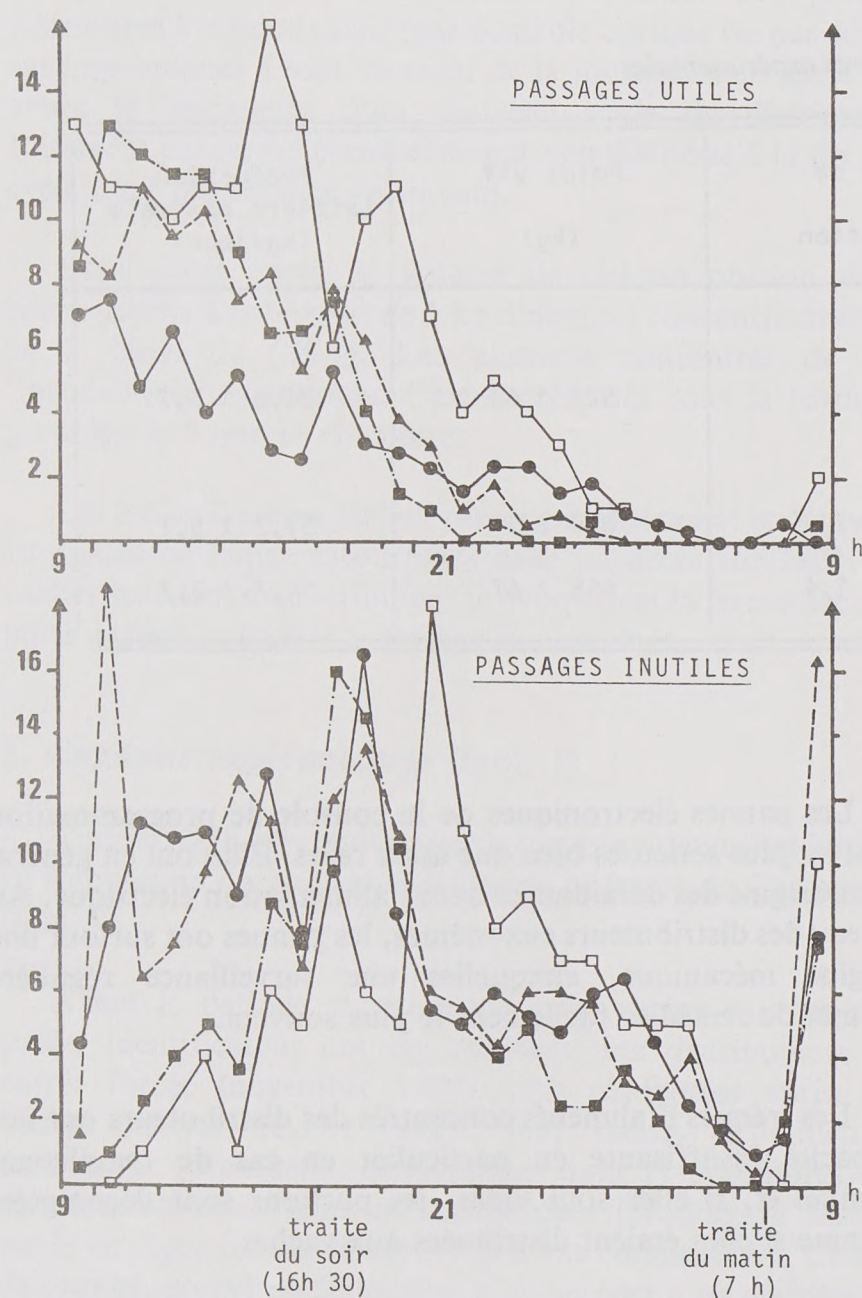


FIG. 1 : Influence du délai imposé entre les portions d'aliment concentré et du chargement sur les passages des vaches au distributeur

- 2 heures, 19 vaches
- ▲ 1 heure, 21 vaches
- 15 minutes, 22 vaches
- 15 minutes, 42 vaches

3. Délai imposé entre les portions

Un délai court entre les portions :

a) réduit le nombre de passages inutiles (tabl. 3 et 4) surtout dans les premières heures suivant le lancement du cycle de distribution (fig. 1). Avec un délai court, les vaches ont en effet plus de chance de recevoir une portion que dans le cas contraire. Par ailleurs, le temps d'occupation inutile du distributeur a diminué de 4,9 à 2,8 heures par jour en passant du délai de 2 heures à celui de 15 mn au chargement bas ;

b) augmente le nombre de portions d'aliment concentré distribuées par heure aussi bien immédiatement après le lancement du cycle de distribution (de 7,5 à 13) qu'au cours de la période diurne (9-21 heures, tabl. 4) mais pas la quantité d'aliment concentré distribuée par heure d'occupation utile (11 kg environ) (tabl. 3). Les nombres de portions distribuées pendant la nuit et non distribuées à la fin du cycle sont réduits (tabl. 4). Cependant, le nombre de vaches différentes servies par heure est maximum ($n = 10-11$) au délai imposé de 1 heure.

Par ailleurs, le temps d'occupation utile journalier n'est pas modifié par le délai imposé, tout au moins au chargement BAS (7 heures environ). Au chargement HAUT, il peut être limité par un délai imposé de 2 heures et un nombre total de portions élevé (tabl. 4) ;

c) réduit le temps moyen entre les distributions de 2 portions successives (tabl. 3). Cependant, l'heure moyenne de la distribution de la première portion à l'ensemble des vaches est minimum (2 heures $\pm 1,2$) au délai imposé de 1 heure. Les heures moyennes des distributions des portions suivantes diminuent avec le délai imposé mais sont moins variables à celui de 1 heure (tabl. 3).

Un délai imposé de 1 heure entre les distributions de 2 portions successives d'aliment concentré est ou approche l'optimum favorisant la régularité de la distribution au chargement de 20 vaches environ.

4. Chargement (nombre de vaches par distributeur)

Avec un chargement de 42 vaches laitières au lieu de 22 (166,5 kg d'aliment concentré par distributeur au lieu de 82) au délai imposé de 15 minutes :

a) le temps d'occupation utile journalier du distributeur est augmenté (12,5 heures au lieu de 7,1) (tabl. 3). Simultanément, 2 kg d'aliment concentré supplémentaires sont distribués par heure d'occupation utile (tabl. 3). Malgré une augmentation des portions d'aliment concentré distribuées pendant la période diurne (9-21 heures) et surtout pendant la période nocturne (21-9 heures), les portions non distribuées à la fin du cycle de distribution risquent d'augmenter (tabl. 4) ;

b) l'heure de la distribution de la première portion est retardée (4,6 heures au lieu de 2,4). Le temps moyen entre les distributions de 2 portions successives d'aliment concentré est de 2,6 heures ($\pm 3,7$) au lieu de 1,3 heure ($\pm 0,7$) (tabl. 3). Cependant, nous avons observé que le troupeau de 42 vaches laitières se scinde en 2 groupes selon l'heure de la distribution de la première portion d'aliment concentré :

- l'un de 28 vaches (4 primipares en début de lactation, 18 multipares en début de lactation et 6 multipares en milieu de lactation) reçoit sa première portion 2,1 heures en moyenne après le lancement du cycle de distribution. Le temps moyen entre les distributions de 2 portions successives est alors élevé (3,2 heures) ;

- l'autre de 14 vaches (7 primipares en début de lactation, 4 multipares en début de lactation et 3 multipares en milieu de lactation) reçoit sa première portion 9,5 heures en moyenne après le lancement du cycle de distribution. Par la suite, le temps moyen entre les distributions de 2 portions successives est faible (1,8 heure) en particulier pour les vaches primipares (1,1 heure) ;

c) le temps d'occupation inutile journalier du distributeur n'est pas modifié (2,7 heures ; tabl. 3) malgré une augmentation du nombre total de passages inutiles par jour (tabl. 4) surtout après la traite du soir (fig. 1). Le nombre de passages inutiles par vache et par jour est réduit (tabl. 3).

TABLEAU 3

*Influence du délai imposé entre les portions d'aliment concentré et du chargement
sur l'utilisation des distributeurs automatiques par les vaches laitières*

Délai imposé entre les portions.....	2 heures	1 heure	15 minutes	
Chargement..... (vaches par distributeur).....	BAS (n = 19)	BAS (n = 21)	BAS (n = 22)	HAUT (n = 42)
Aliment concentré (kg/jour)				
- programmé.....	63	79	82	166,5
- distribué.....	58	78	80,5	162
Nombre de portions d'aliment concentré par vache ($\bar{x} \pm \sigma$)..... (extrêmes).....	3,8 $\pm$ 2,0 (1 - 6)	4,5 $\pm$ 2,5 (1 - 8)	4,4 $\pm$ 2,3 (1 - 8)	3,6 $\pm$ 2,1 (1 - 8)
Nombre de passages utiles par vache ($\bar{x} \pm \sigma$)..... (extrêmes).....	3,5 $\pm$ 1,8 (0 - 6)	4,5 $\pm$ 2,5 (1 - 8)	4,3 $\pm$ 2,4 (1 - 8)	3,6 $\pm$ 2,0 (1 - 8)
Nombre de passages inutiles par vache ($\bar{x} \pm \sigma$)..... (extrêmes).....	8,8 $\pm$ 5,8 (0 - 28)	8,3 $\pm$ 4,7 (1 - 23)	5,1 $\pm$ 3,0 (0 - 13)	3,1 $\pm$ 2,3 (0 - 11)
Temps d'occupation journalier (heures)				
- utile				
* 9 - 21 heures.....	4,6	6,6	7,1	10,9
* 21 - 9 heures.....	1,1	0,3	0,0	1,6
- inutile.....	4,9	3,6	2,8	2,7
- total.....	10,6	10,5	9,9	15,2
Aliment concentré distribué (kg) par heure d'occupation utile.....	10,2	11,3	11,3	13,0
Heure de la distribution des portions successives d'aliment concentré $\bar{x} \pm \sigma$ (heures)				
1.....	2,5 $\pm$ 3,0	2,0 $\pm$ 1,2	2,4 $\pm$ 1,8	4,6 $\pm$ 4,1
2.....	5,3 $\pm$ 2,8	3,6 $\pm$ 1,2	3,5 $\pm$ 1,5	7,4 $\pm$ 5,0
3.....	8,3 $\pm$ 3,6	5,4 $\pm$ 1,5	5,1 $\pm$ 2,0	8,2 $\pm$ 4,1
4.....	10,4 $\pm$ 3,0	7,1 $\pm$ 1,7	5,9 $\pm$ 2,0	9,1 $\pm$ 3,9
5.....	12,9 $\pm$ 2,8	8,9 $\pm$ 1,9	7,1 $\pm$ 2,3	9,7 $\pm$ 5,1
6.....	15,4 $\pm$ 2,5	10,3 $\pm$ 1,8	8,1 $\pm$ 1,9	9,1 $\pm$ 2,5
7 - 8.....	17,3 $\pm$ 2,1	13,0 $\pm$ 2,3	9,5 $\pm$ 3,4	12,0 $\pm$ 1,2
Temps entre les distributions de 2 portions successives $\bar{x} \pm \sigma$ (heures).....	3,1 $\pm$ 0,8	1,7 $\pm$ 0,3	1,3 $\pm$ 0,7	2,6 $\pm$ 3,7

TABLEAU 4

Influence du délai imposé entre les portions d'aliment concentré et du chargement sur les passages des vaches au distributeur

Délai imposé entre les distributions de 2 portions successives	Chargement (effectif)	Aliment concentré (kg)	Nombre de portions d'aliments concentré	Nombre de passages utiles		Nombre de portions non distribuées	Nombre de passages	
				9-21 heures	21-9 heures		inutiles	totaux
2 heures	BAS (n = 19)	63	72	54	12	6*	167,5	233,5
1 heure		79	94	90	4	-	175	269
15 minutes		82	96,5	92,5	1,5	2,5*	112	206
15 minutes	HAUT (n = 42)	166,5	153	130	20	3	129	279
1 heure			148	115	28	5	-	-
2 heures			148	85	48	15	-	-

* Portions restées dans les premiers jours de la lactation

Au chargement de 42 vaches, un distributeur est fréquenté plus intensivement mais l'occupation par les vaches laitières est très variable.

5. Mise à l'herbe

A la mise à l'herbe des vaches laitières, la méthode de rationnement adoptée pendant la période hivernale par l'intermédiaire des distributeurs n'a pas permis de distribuer la totalité de l'aliment concentré. En effet, les 31 vaches traites ne sont pas revenues du pâturage vers la stabulation distante de 50 à 300 mètres pour consommer l'aliment concentré offert aux 2 distributeurs et les passages à la stabulation après les traites n'étaient pas de durées suffisantes (1 heure environ).

Ainsi, pour permettre ou obliger les 31 vaches à consommer leur ration d'aliment concentré (107 kg), nous avons :

- 1) maintenu les vaches en stabulation pendant 4 heures chaque jour (2,5 heures après la traite du matin ; 1,5 heure après la traite du soir),
- 2) distribué 1 ou 2 portions d'aliment concentré et jusqu'à 3,5 kg d'aliment concentré par portion (2,2 kg en moyenne) au délai imposé entre les repas de 15 mn.

Dans ces conditions de chargement (15-16 vaches) et d'accès aux 2 distributeurs, la distribution d'aliment concentré a été presque totale (105 kg sur 107). Le temps d'occupation utile des 2 distributeurs a été 5,5 heures pour 7 heures de temps total. Les vaches ont consommé 19,1 kg d'aliment concentré par heure d'occupation utile d'un distributeur. Neuf des 18 vaches ayant 2 portions ont consommé la totalité de leur ration d'aliment concentré (3 à 7 kg) en moins de 90 mn (8 vaches le matin et 1 vache le soir). Pour les 9 autres vaches ayant 2 portions, celles-ci ont été espacées d'environ 9 heures (après la traite du matin et après la traite du soir).

III. Discussion - Conclusion

Les distributeurs automatiques d'aliment concentré à dosage volumétrique expérimentés manquent encore de fiabilité. Ils sont sujets à des pannes mécaniques légères réclamant l'attention quotidienne de l'éleveur mais d'autres électroniques plus graves mais rares nécessitent un service après-vente disponible et compétent. Par ailleurs, ils nécessitent un contrôle permanent des portions ou des doses distribuées dont la précision augmente avec le volume. Cependant, la distribution de portions ou de doses en petit nombre de volume élevé peut être plus imprécise qu'un nombre élevé de moindre volume en raison d'un meilleur fractionnement et d'un meilleur ajustement de la ration. La quantité d'aliment concentré distribuée par heure d'occupation utile augmente de 11 à 13 kg du chargement de 20 vaches à celui de 42 avec des portions de 1,1 kg et elle augmente à 19,1 kg lorsque la portion est de 2,2 kg.

L'adaptation rapide des vaches (1 semaine environ) fait de la distribution automatique de l'aliment concentré une méthode de rationnement satisfaisante malgré une faible fréquentation nocturne des distributeurs. Le lancement du cycle de distribution détermine l'utilisation des appareils et doit intervenir de préférence avant la traite du matin.

Cependant, la première portion d'aliment concentré est distribuée 9,5 heures après le lancement du cycle de distribution à 14 vaches au chargement de 42 vaches. L'heure de la distribution de la première portion ne peut être réduite que par une augmentation du délai imposé entre les distributions de 2 portions successives : l'aliment concentré sera refusé aux vaches retournant prématurément et l'accès des vaches n'ayant pas reçu leur première portion sera favorisé. Le délai imposé entre les distributions de 2 portions successives le plus élevé est de 2 heures 15 minutes et permet théoriquement de distribuer

26 portions de 1,1 kg ou 19 de 2,2 kg d'aliment concentré. En revanche, un délai imposé élevé accroît l'heure des distributions des portions successives d'aliment concentré d'autant plus que le chargement en vaches laitières augmente. Le temps d'occupation utile du distributeur diminue avec le volume des portions et augmente avec le chargement.

Avec un chargement de 80 kg d'aliment concentré (20 vaches laitières), une portion de 1 kg et un délai imposé de 2 heures permettent la distribution totale de l'aliment concentré. Au chargement de 160 kg d'aliment concentré (40 vaches laitières), ce délai imposé peut convenir à condition de limiter le nombre de portions en augmentant leur volume. Des chargements en aliment concentré plus élevés sont possibles en réduisant le délai imposé entre les portions et en augmentant le volume des portions (fig. 2). Cependant, les risques de mauvais étalement de la distribution d'aliment concentré pour les vaches considérées individuellement augmentent considérablement surtout avec le volume des portions.

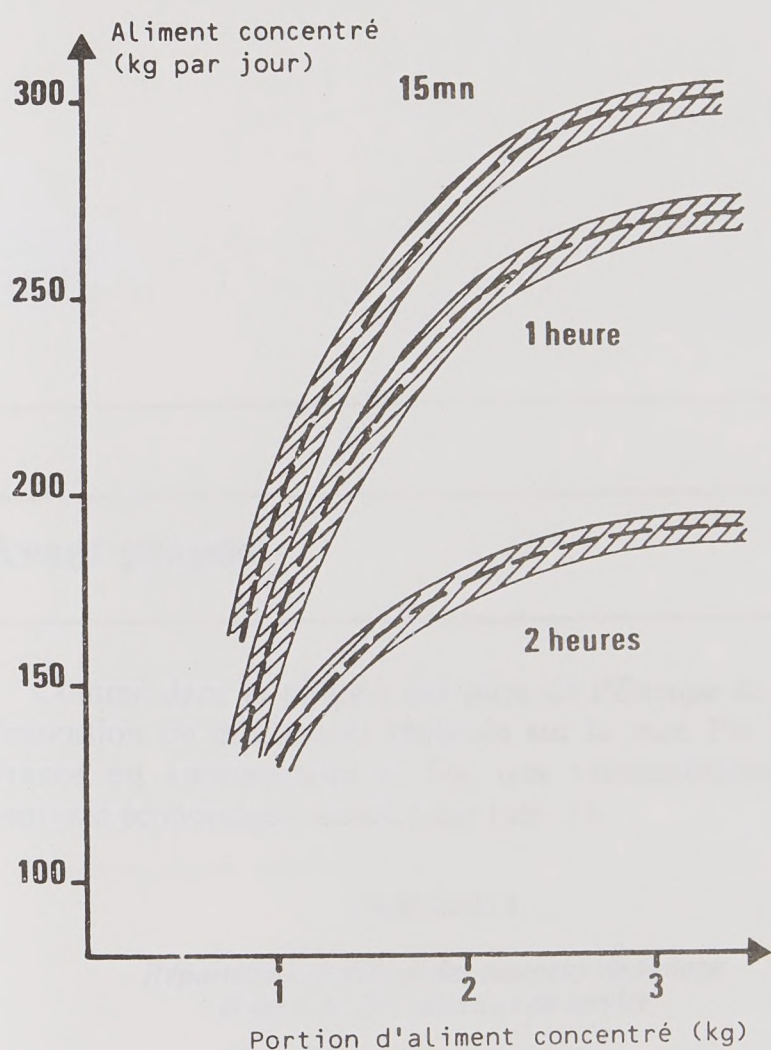


FIG. 2 : Influence du volume des portions et du délai imposé sur la quantité d'aliment concentré maximum distribuable par jour

En effet, l'augmentation de la fréquence des repas (fourrage + aliment concentré) peut accroître l'ingestion de fourrage et améliorer la composition du lait (taux butyreux) grâce à un effet tampon sur les fermentations ruminales (régularisation et augmentation du pH, augmentation de l'activité cellulolytique des microbes du rumen, augmentation du rapport C2/C3) (KAUFMANN *et al.*, 1979). L'augmentation du nombre de portions (5,4 au lieu de 2) d'aliment concentré seul grâce à un distributeur automatique fournirait des résultats identiques (FROBISH *et al.*, 1978). Cependant, l'apport quotidien de 12 kg d'aliment concentré en 1, 2 ou 4 portions n'a eu aucune conséquence sur la quantité ingérée, la

production et la composition du lait malgré des conditions de fermentations ruminales très différentes (MALESTEIN *et al.*, 1981). Par ailleurs, l'apport du tourteau séparément du complément énergétique permet de mieux alimenter en azote les vaches laitières en début de lactation et au cours de la journée de sorte que le taux d'ammoniaque dans le rumen soit en permanence à un niveau satisfaisant.

Pendant la période de pâturage, les vaches n'accèdent aux distributeurs que contraintes, ce qui peut gêner la consommation d'herbe en réduisant le temps de pâturage. Le pâturage seul est difficilement conciliable avec la distribution automatique d'aliment concentré en stabulation car il signifie un suréquipement par rapport à la période hivernale. Actuellement, ce matériel semble réservé aux élevages distribuant chaque jour une quantité d'aliment concentré granulé élevée en pratiquant un affouragement au moins partiel permanent à l'auge.

Les études à entreprendre sur les distributeurs automatiques d'aliment concentré devraient permettre de préciser les interactions entre les modalités de la distribution (nombre de portions, délai imposé entre les portions), le comportement des vaches (étalement des portions d'aliment concentré, quantité ingérée de fourrages) et leur production laitière (quantité, composition). Par exemple, quelles seraient les répercussions d'une distribution programmée de l'aliment concentré en 2 portions par jour à partir de 2 relances de la distribution avant chacune des 2 traites ou encore d'un délai imposé court entre les portions dans le cas d'un chargement élevé ?

Références bibliographiques

- BILLON P., CAROTTE C., COLEOU S., GIGER S., JOURNET M., LAMOTTE J.J., LOSSOUARN J., MORAND-FEHR P., MOREL D'ARLEUX F., SAUVANT D., STAUB G., 1981. La distribution automatique des aliments concentrés aux animaux. Cycle Approfondi d'Alimentation Animale. Institut National Agronomique Paris-Grignon.
- FROBISH R., HARSHBARGER K., OLVER E., 1978. Automatic individual feeding of concentrates to dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **61**, 1789.
- KAUFMANN W., HAGEMEISTER H., DIRKSEN G., 1979. Adaptation to changes in dietary composition, level and frequency of feeding. In : *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*, 587-602.
- MALESTEIN A., KLOOSTER A., COUNOTTE G.H.M., PRINS R.A., 1981. Concentrate feeding and ruminal fermentation. 1. Influence of the frequency of feeding concentrates on rumen acid composition, feed intake and milk production. *Neth. J. agric. Sci.*, **29**, 239-248.
- PEREIRA M., 1982. Etude de la distribution automatisée et programmée d'aliments concentrés par les vaches laitières. Thèse de Docteur en 3e cycle, Université de Rennes I.

Nouvelles prévisions concernant la diffusion des gènes Holstein à l'intérieur de la population Pie Noire française

J.J. COLLEAU, D. TANGUY, P. BOULANGER* et P. LE MEZEC*

I.N.R.A., Station de Génétique quantitative et appliquée
78350 - Jouy-en-Josas

*I.T.E.B., Section amélioration génétique - Paris

Avant propos

Comme dans la plupart des pays de l'Europe de l'Ouest, l'extension du croisement Holstein sur la race Pie Noire en France est spectaculaire et liée très vraisemblablement au contexte économique actuel (voir tabl. 1).

TABLEAU 1

Répartition génétique des taureaux de testage et des I.A. des taureaux de service

TAUREAUX DE TESTAGE

Année de naissance	Type Génétique (% gènes Holstein)					
	0%	25%	50%	75%	100%	%moyen
68	93		2		5	6
69	92				8	8
70	85	1	3		11	13
71	73	1	9		16	21
72	63	1	11	1	25	31
73	57	3	13		27	34
74	57	1	10	1	31	37
75	51	4	17	3	26	37
76	42	4	14	8	32	46
77	31	4	19	11	35	54
78	10	2	22	9	57	75
79	5	1	22	20	51	78

I.A. DE SERVICE (ENQUÊTE ITEB - UNCEIA)

Année de naissance	Type Génétique (% gènes Holstein)					
	0%	25%	50%	75%	100%	%moyen
68	99,6				0,4	0,4
69	99				1	1
70	98				2	2
71	96,5				3,5	3,5
72	95				5	5
73	94		1		6	6
74	96				4	4
75	91		2		7	8
76	88		2		10	11
77	83		2		15	16
78	77	0,5	3		19	21
79	61	1	8		30	34

Le but de cet article n'est pas d'examiner les conséquences possibles de cet état de fait mais d'affiner nos prévisions (COLLEAU, 1978) concernant la vitesse de cette extension. Ces prévisions étaient en effet imparfaites parce qu'elles ne tenaient pas compte des achats massifs de jeunes taureaux Holstein qui se poursuivent encore actuellement et parce qu'elles souffraient pour le long terme d'un certain nombre d'approximations de calcul.

La présente étude comble ces deux lacunes. Comme dans le précédent travail, nous ne nous étendrons pas sur les aspects méthodologiques. Ces aspects seront exposés en détail dans un

article à paraître aux Annales de Génétique et de Sélection animale (*) (1983). Une description sommaire est donnée en annexe.

Notre objectif premier est plutôt de donner au lecteur une perception précise (en termes quantitatifs) de la transmutation lente de la Pie Noire européenne en Pie Noire américaine qui s'accomplit dans notre pays. La prise de conscience de ce fait nous paraît très utile.

Objectifs et principes de calcul

Le principe de nos calculs consiste à évaluer pour les 15 prochaines années (1982 à 1997) le degré de diffusion des gènes Holstein dans la population Pie Noire française au niveau des animaux "commerciaux" (les autres étant les animaux de sélection), impliqués dans la production nationale de lait et de viande, c'est-à-dire d'une part les veaux de l'année et d'autre part l'ensemble des vaches en lactation.

Dans la programmation des calculs, nous avons dû être très souples car la diffusion des gènes Holstein est à tout moment la résultante de deux phénomènes :

1. Les conséquences d'importations anciennes de reproducteurs Holstein qui peuvent être prévues dans le cadre d'un

modèle en se donnant des "règles de jeu" (paramètres génétiques, démographiques, de procédures de sélection), qui représentent avec une précision raisonnable la réalité correspondante ;

2. Les importations récentes de reproducteurs Holstein qui sont très difficilement modélisables et, qui pour cette raison, ne sont pas prévues dans le cadre de notre modèle.

Nous avons donc procédé de manière itérative à partir des premières importations de Holstein en 1968, en appliquant une sélection indigène dont les caractéristiques sont exposées au tableau 2. Les importations de Holstein, tout particulièrement au niveau des taureaux de testage, ayant été continues depuis cette date, nous avons dû remplacer les taux annuels de sang Holstein prédits dans le cadre du modèle par les valeurs effectivement observées (en général, le modèle sous-estimait le taux de sang Holstein). C'est ainsi que le modèle a été "forcé" pendant 12 années consécutives pour les taureaux de testage (taureaux nés de 1968 à 1979) et pour les taureaux de service (inséminations de 1968 à 1979), en remplaçant pour ces animaux les résultats prévus par les résultats réels constatés et exposés au tableau 1. Par contre, le modèle a convenu parfaitement pour la catégorie des animaux commerciaux (veaux, vaches en lactation) parce que les importations correspondantes ont été négligeables.

TABLEAU 2

Hypothèses et valeurs des paramètres pris en considération dans le modèle

1	La souche Holstein est introduite dans une souche Frisonne Européenne : le critère de sélection utilisé est la quantité moyenne de matière utile (MU), telle qu'elle est décrite par POUTOUS <i>et al.</i> (1981).
2	La différence Holstein pure - Frisonne européenne pure est de 25 kg MU, l'écart-type génétique intra-souche de 17 kg MU (BONAITI <i>et MOCQUOT</i> , 1982 ; MOCQUOT <i>et BONAITI</i> , 1981).
3	Les pères à taureaux sont choisis parmi les 3 % supérieurs en MU de la population des taureaux testés en France, le coefficient moyen de détermination et l'indice étant supposés égaux à 0,85.
4	Les mères à taureaux sont choisies parmi les 3 % supérieurs en MU de la population des vaches nées en France et ayant au moins 3 lactations, le coefficient moyen de l'index étant supposé égal à 0,50.
5	Les taureaux de testage sont supposés nés de mères françaises (sauf en cas de "forçage" du modèle (voir tableau 2) et testés à l'âge de 6 ans. L'ensemble de ces taureaux est supposé pratiquer 15 % des I.A. sur le cheptel femelles.
6	Les taureaux de service sont choisis dans les 45 % supérieurs en MU de la même série de testage. Ils sont supposés être utilisés ensuite de façon régulière pendant 2 ans et indépendamment de leur génotype. La composition génétique des I.A. réalisées par les taureaux de service peut être "forcée" hors modèle pour tenir compte des I.A. totales observées (tableau 2).
7	Les vaches sont supposées utilisées pendant 8 lactations au maximum après un premier vêlage à 3 ans. Le taux de réforme est supposé constant et égal à 25 % sauf à la fin de la 8ème lactation où toutes les vaches restantes sont réformées.

(*) Nouveau titre à partir du 1.1.1983 : Génétique, Sélection, Evolution.

Pour effectuer des prévisions à long terme, il est bien évident qu'il faut faire intervenir des animaux qui ne sont pas encore nés. C'est la catégorie des taureaux de testage qui a le poids le plus déterminant à cet égard. Dans notre étude, il nous a paru raisonnable de simuler les deux hypothèses qui nous paraissent encadrer ce qui sera la réalité de demain :

Hypothèse A : fermeture totale des frontières à partir de 1981, tant pour les reproducteurs que pour la semence, éventualité qui pourrait se produire si le degré de diffusion des gènes Holstein était jugé suffisant et satisfaisant ;

Hypothèse B : les frontières restent ouvertes et la politique de holsteinisation est maximale, 100 p.100 des taureaux mis au testage sont des Holstein purs (nés sur le territoire national ou importés).

Résultats

Hypothèse A

La holsteinisation va se stabiliser à un niveau d'équilibre qui correspondra pratiquement à environ 50 p.100 des gènes Holstein dans la population Pie Noire. Il est le même pour les veaux et pour les vaches (fig. 1), ce qui est cohérent. *Ce niveau de 50 p.100 correspond à la conséquence irréversible de toutes les importations passées de taureaux Holstein.*

Ceci ne veut pas dire que tous les animaux seront tous 50 p.100 Holstein, mais qu'il y aura une certaine variabilité individuelle concentrée autour de cette valeur. Comme expliqué dans l'annexe, le modèle prend en compte cette variabilité individuelle. Nous n'avons pas donné les résultats détaillés concernant la fréquence des différentes catégories génétiques (du Frison pur au Holstein) pour ne pas alourdir l'article et les graphiques.

Hypothèse B

Les courbes correspondant à cette hypothèse sont au-dessus des premières à partir de 1984 pour les veaux et 1988 pour les vaches.

En 1997, les veaux seront 80 p.100 Holstein et les vaches 70 p.100 Holstein. *La progression annuelle moyenne de la fréquence des gènes Holstein sera de 3,3 p.100 pour les veaux et de 3,8 p.100 pour les vaches.* Si l'on rapporte cette progression annuelle moyenne à la fréquence de départ, la valeur est bien entendu très élevée.

Conclusion

Les prévisions que nous avons faites sont relativement précises jusqu'en 1987, année où les veaux et les vaches posséderont respectivement 50 et 33 p.100 de gènes Holstein en moyenne.

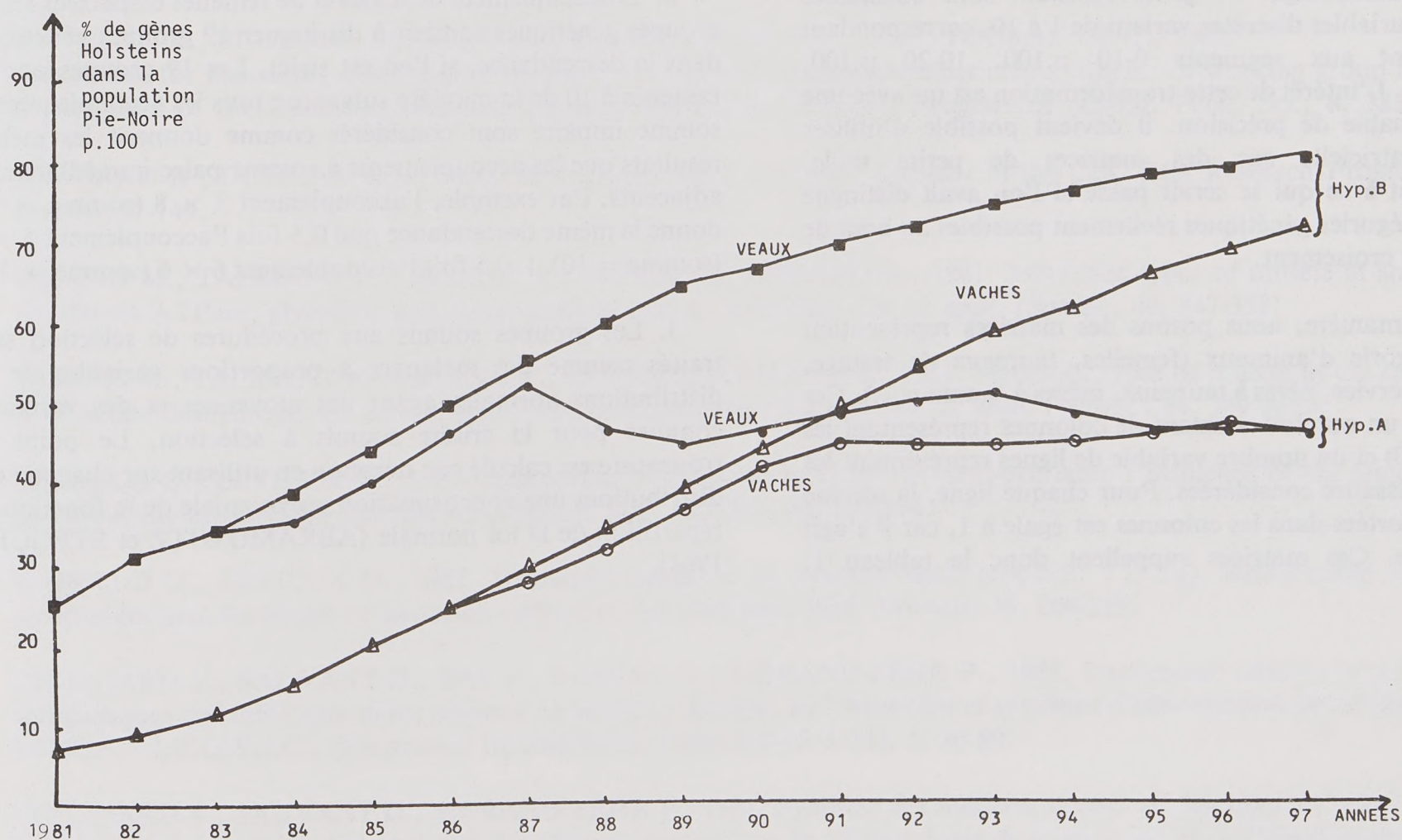


FIG. 1: Evolution de la fréquence des gènes Holstein dans la population Pie Noire française
 hypothèse A - Arrêt total des importations Holstein à partir de 1981
 hypothèse B - Mise en testage systématique de taureaux Holstein purs.

A la fin du siècle, la diffusion des gènes Holstein pourra atteindre des taux très élevés (80 p.100 pour les veaux et 70 p.100 pour les vaches) ou au contraire relativement modérés (50 p.100 pour les deux catégories d'animaux) suivant qu'on aura choisi, à partir de 1981, soit l'ouverture, soit la fermeture des frontières aux importations nouvelles de gènes Holstein.

Le lecteur souhaiterait très certainement avoir des éléments permettant d'évaluer les conséquences de cette transmutation en termes de tonnages de lait ou de viande produits. En ce qui concerne la production laitière, un premier calcul grossier, qui devrait être confirmé par des travaux méthodologiques plus poussés, indique que la politique de holsteinisation continue entraîne un progrès génétique annuel de 80 à 100 kg de lait par lactation. En ce qui concerne la production de viande, les prévisions sont vraiment très difficiles car les caractéristiques individuelles des animaux Holstein ou largement holsteinisés, qui sont maintenant relativement bien connues, risquent d'avoir une action non seulement par elles-mêmes, mais surtout par le bouleversement des systèmes de production qu'elles risquent de provoquer.

Références bibliographiques

ABRAMOWITZ M., STEGUIN I. Editors., 1964. Handbook of mathematical functions. National Bureau of Standards, US Government Printing Office.

BONAITI B., MOCQUOT J.C., 1982. Paramètres génétiques de la production laitière en première lactation. *Ann. Genet. Sel. anim.*, (à paraître).

COLLEAU J.J., 1978. "Holsteinisation" de la population Pie Noire française : prévisions de la fréquence des gènes Holstein dans les 20 années à venir. *Bull. tech. CRZV. Theix, INRA*, 34, 45-50.

MOCQUOT J.C., BONAITI B., 1982. Composition du lait - paramètres génétiques et sélection. *Elevage et Insémination* (à paraître).

POUTOUS M., BRIEND M., CALOMITIS S., DOAN D., FELGINES C., STEIER G., 1981. Méthode de calcul des index laitiers. *Bull. tech. des Ing. des Serv. agric.*, 361, 433-446.

ANNEXE

Résumé des calculs effectifs

1. Les pourcentages de gènes Holstein sont considérés comme des variables discrètes variant de 1 à 10, correspondant respectivement aux segments 0-10 p.100, 10-20 p.100, 90-100 p.100. L'intérêt de cette transformation est qu'avec une perte raisonnable de précision, il devient possible d'utiliser l'algèbre matricielle sur des matrices de petite taille, contrairement à ce qui se serait passé si l'on avait distingué toutes les catégories génétiques réellement possibles au bout de 20 années de croisement.

De cette manière, nous posons des matrices représentant chaque catégorie d'animaux (femelles, taureaux de testage, taureaux de service, pères à taureaux, mères à taureaux...). Ces matrices ont un nombre constant de colonnes représentant les génotypes (10) et un nombre variable de lignes représentant les années de naissance considérées. Pour chaque ligne, la somme des valeurs portées dans les colonnes est égale à 1, car il s'agit de fréquence. Ces matrices rappellent donc le tableau 1.

2. L'accouplement de mâles et de femelles dispersées sur 10 groupes génétiques conduit à distinguer 19 groupes génétiques dans la descendance, si l'on est strict. Les 19 groupes ont été ramenés à 10 de la manière suivante : tous les accouplements à somme impaire sont considérés comme donnant les mêmes résultats que les accouplements à somme paire immédiatement adjacents. Par exemple, l'accouplement 3×8 (somme = 11) donne la même descendance que 0,5 fois l'accouplement 5×5 (somme = 10) + 0,5 fois l'accouplement 6×6 (somme = 12).

3. Les groupes soumis aux procédures de sélection sont traités comme des mélanges à proportions variables de 10 distributions normales ayant des moyennes et des variances connues pour le critère soumis à sélection. Le point de troncature est calculé par itération en utilisant sur chacune des distributions une approximation polynomiale de la fonction de répartition de la loi normale (ABRAMOWITZ et STEGUIN, 1964).

Articles scientifiques parus en 1981

AUROSSEAU B., 1981. Influence comparée du génotype, du type d'aliment ou de l'implant d'hormones sur la composition des phospholipides du muscle et des tissus adipeux du veau de boucherie. Communication présentée aux journées "Phospholipides des membranes" organisées par le GERLI, Strasbourg, 12 et 13 novembre 1981.

AUROSSEAU B., 1981. Influence des apports alimentaires d'acide linoléique sur la composition des phospholipides du muscle du foie et des tissus adipeux du veau de boucherie. Communication présentée aux journées "Phospholipides membranaires" organisées par le GERLI, Strasbourg, 12 et 13 novembre 1981.

BAUCHART D., AUROSSEAU B., 1981. Postprandial plasma lipids in the 3-weeks old preruminant calf. *J. Dairy Sci.*, **64**, 2033-2042.

BERANGER C., MALTERRE C., 1981. Beef production from cull cows in France. In "The cull cow as a beef producer". Commission of the European communities EUR 7326 en, 14-20.

BERANGER C., MALTERRE C., 1981. Note on feeding experiment with cull cow in France. In "The cull cow as a beef producer". Commission of the European Communities EUR 7326 en, 111-119.

BOCCARD R., 1981. Facts and reflections on muscular hypertrophy in cattle : double muscling or culard. *Developments in meat science*, **2**, 1-28.

BOCCARD R., BUCHTER L., CASTEELS E., COSENTINO E.,....., TOURAILLE C., 1981. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of working group in the Commission of the European Communities Beef Production Research Programme. *Livest. Prod. Sci.*, **8**, 385-397.

BOCCARD R., DUMONT B.L., 1981. Beef quality from cull cows. Seminar in the CEC Beef Research Programm, Rome, 137-149.

BRIAND M., TALMANT A., BRIAND Y., MONIN G., DURAND R., 1981. Metabolic types of muscle in sheep . I - Myosin ATPase, glycolytic and mitochondrial enzyme activities. *Eur. J. appl. Physiol.*, **46**, 347-358.

BRIAND M., TALMANT A., BRIAND Y., MONIN G., DURAND R., 1981. Metabolic types of muscle in the sheep . II - Lactate deshydrogenase activity and LDH isoenzyme distribution. *Eur. J. appl. Physiol.*, **46**, 359-365.

CABELLO G., LEVIEUX D., 1981. Absorption of colostral IgG₁ by the newborn lamb : influence of the length of gestation, the birthweight and thyroid function. *Res. vet. Sci.*, **31**, 190-194.

CABELLO G., LEVIEUX D., 1981. Hormonal status in the nexborn lamb (cortisol, T₃, T₄). Relationship to the birthweight and the length of gestation : effect of the litter size. *Biol. Neonate*, **39**, 208-216.

CHILLIARD Y., SAUVANT D., BAS P., PASCAL G., MORAND-FEHR P., 1981. Importance relative et activités métaboliques des différents tissus adipeux de la chèvre laitière. In "Nutrition et systèmes d'alimentation de la chèvre" I.N.R.A. - I.T.O.V.I.C., Symposium International, Tours (12-15/5/81), **1**, 80-89.

CHILLIARD Y., SAUVANT D., MORAND-FEHR P., 1981. Synthèse des matières grasses du lait chez les ruminants. Incidence de la conduite alimentaire et des réserves corporelles. In "Physiologie de la sécrétion et de l'éjection du lait" (ENSA de Rennes, 23-24/2/81).

CHILLIARD Y., SELSELET-ATTON G., BAS P., MORAND-FEHR P., 1981. Facteurs influençant la lipolyse du lait de chèvre. In "6èmes Journées de la Recherche Ovine et Caprine", Toulouse (2-3/12/81), 332-350.

CHOBERT J.M., GOUTEFONGEA R., VALIN C., 1981. Influence du présalage sur la solubilité et l'extractibilité des protéines de la viande de porc. *Sci. Aliments*, **1** (2), 188-202.

COMBE E., PION R., MESLIN J.C., GOUET Ph., 1981. Effets de la décontamination par les antibiotiques sur la muqueuse intestinale et sur les composés azotés des contenus digestifs du rat. AFN IX Réunion Ingestion, Digestion, Absorption. Montpellier, 27-28 octobre, 64 p.

CULIOLI J., BOUCHET B., GALLANT D.J., 1981. Relation entre la structure fine et les propriétés mécaniques de protéines de féverole filées. Congrès Européen sur "les Matières protéiques végétales destinées à l'Alimentation humaine", Nantes, 5-7 octobre.

CULIOLI J., NOEL P., GOUTEFONGEA R., 1981. Texturation par filage de mélanges de protéines végétales et de protéines de sang. I - Etude de la coloration obtenue par formation de nitro-sylhémoglobine. *Sci. Aliments*, 1 (2), 170-185.

CULIOLI J., NOEL P., MELCION J.P., ROUGIE P., GOUTEFONGEA R., 1981. Coloration par nitrosylhémoglobine de protéines végétales texturées par filage et par cuisson-extrusion. Congrès Européen sur "les Matières protéiques végétales destinées à l'Alimentation humaine", Nantes, 5-7 octobre.

CULIOLI J., SALE P., 1981. Spinning of fababean protein. I - Flow properties of fababean protein dopes by capillary extrusion viscometry. *J. of Texture Stud.* 12, 335-350.

CULIOLI J., SALE P., 1981. Spinning of fababean protein. II - Spinnability of dopes and textural properties of protein fibres. *J. of Texture Stud.* 12, 361-363.

DEMIGNE C., REMESY C., CHARTIER F., LEFAIVRE J., 1981. Effect of acetate or chloride anions on intestinal absorption of water and solutes in the calf. *Am. J. vet. Res.*, 42, 1356-1359.

DEMIGNE C., REMESY C., 1981. Effect of volatile fatty acids on electrolytes and water absorption in the calf. Application to oral rehydration of diarrheic calves. In : *Fourth International Conference of Production Diseases in Farm Animals*, Stangassinger ed., Munich, 231-233.

DE LAROCQUE A., RAYSSIGUIER Y., GUEUX E., MALET P., TURCHINI J.P., 1981. Response to injury after temporarily clamping abdominal aorta in magnesium deficient rat. *Magnesium Bull.*, 1b, 36.

DUMONT B.L., BOCCARD R., 1981. Carcass characteristics of cull cows and systems of carcass description. Seminar in the CEC Beef Research Programme. Rome, 120-136.

DURAND D., BARLET J.P., 1981. Influence de la calcitonine maternelle sur la calcémie foetale chez la brebis. *Ann. Endocr.*, 42, 8C.

FAUCONNEAU G., 1981. La place des protéines dans l'alimentation humaine. Congrès Européen sur "les Matières protéiques végétales destinées à l'Alimentation humaine", Nantes, 5-7 octobre.

GIRARD J.P., SALE P., SIMATOS D., 1981. Contribution à l'étude de la structure des pâtes fines - Aspects of meat emulsion structure. *Sci. Aliments*, 1 (3), 330-350.

GIRARD J.P., 1981. Contribution à l'étude de la technologie des pâtes fines - Aspects of meat emulsion technologie. *Sci. Aliments*, 1 (3), 316-327.

GUEUX E., RAYSSIGUIER Y., 1981. The hypercholesterolemia effect of magnesium deficiency following cholesterol feeding in the rat. *Magnesium Bull.*, 1b, 24.

GUEUX E., RAYSSIGUIER Y., 1981. Effet de la carence en magnésium associée à un régime riche en saccharose, sur le métabolisme lipidique chez le rat. Association Française de Nutrition, Hôpital Saint-Antoine, Paris (abstract).

GUILLAUME J., BONNET L., BONNET Y., DONNAT J.P., VERMOREL M., 1981. Apparatus for automatic and continuous gas sampling ; its use in measuring respiratory exchanges of different sized animals. *Lab. Pract.*

JOURNET M., 1981. L'importance des relations protéines-énergie dans la pratique de l'alimentation du bétail laitier. Colloque C.E.E. Genève, 12-16 janvier.

JOURNET M., REMOND B., 1981. Response of dairy cows to protein level during lactation. *Livest. Prod. Sci.*, 8, 21-35.

KOPP J., BONNET M., 1981. Stabilité thermique et chimique du collagène de bovins normaux et culards de 2 ans. 27^e Congrès Européen des Chercheurs en Viande - 24-28 août, Vienne (Autriche), 112-115.

KOPP J., VALIN C., 1981. Can muscle lysosomal enzymes affect muscle collagen *post mortem*. *Meat Sci.*, 5, 319-322.

- LABADIE J., GUINET M., 1981. Etude de la multiplication microbienne dans le muscle juste après l'abattage. *Zentralbl. Bakteriol. Hyg., I., Abt. originale*, B 174, 355-363.
- LAMAND M., 1981. Copper toxicity in sheep. Extrait de "Copper in Animal Wastes and Sewage Sludge". Proceedings of the EEC Workshop, Bordeaux 8 octobre, 261-272.
- LE PONCIN-LAFITTE M., MARTIN P., RAPIN J.R., DURLACH J., GODARD J.P., RAYSSIGUIER Y., 1981. Magnesium deficiency and behaviour in adult rats. *Magnesium Bull.*, 1b, 26.
- MONIN G., SELLIER P., OLLIVIER L., GOUTEFONGEA R., GIRARD J.P., 1981. Carcass characteristics and meat quality of halothane negative and halothane positive Pietrain pigs. *Meat Sci.*, 5, 413-423.
- MORAND-FEHR P., LE JAOUEN J.C., CHILLIARD Y., SAUVANT D., 1981. Les constituants du lait de chèvre ; synthèse et facteurs de variation. In "6èmes Journées de la Recherche Ovine et Caprine", (Toulouse, 2-3/12/81), 234-270.
- OUALI A., 1981. Variation entre muscles de l'effet de la maturation sur l'activité ATPasique des myofibrilles. *Sci. Aliments*, 1 (1), 1-6.
- OUALI A., VALIN C., 1981. Effect of muscle lysosomal enzymes and calcium activated neutral proteinase on myofibrillar ATPase activity : relationship with ageing changes. *Meat Sci.*, 5, 233-245.
- PETIT M., MICOL D., 1981. Evaluation of energy requirements of beef cows during early lactation. *Livest. Prod. Sci.*, 8, 139-153.
- PINKAS A., VALIN C., MARINOVA P., NEDELCEV D., STOYANOV A., 1981. Study on the type and diameter of muscle fibres in lambs of some breeds and crosses. 27° Congrès Européen des Chercheurs en Viande, 24-28 août, Vienne (Autriche), 76-79.
- RAPIN J.R., GALIEZ V., LE PONCIN-LAFITTE M., DURLACH J., RAYSSIGUIER Y., GODARD J.P., 1981. Brain regional distribution of adenosine 3,5 monophosphate and guanosine 3,5 monophosphate in adult Mg deficient rats. *Magnesium Bull.*, 1b.
- RAYSSIGUIER Y., 1981. Metabolic disorders associated with hypomagnesemia and hypocalcemia in grass tetany in ruminants. In : "Metabolic disorders in farm animals". GIESECKE D., DIRKSEN G., STANGASSINGER M., ed., Tierärztliche Fakultät der Universität, Munich.
- RAYSSIGUIER Y., 1981. Magnesium and lipids interrelationships in the pathogenesis of vascular diseases. *Magnesium Bull.*, 1a, 165-177.
- RAYSSIGUIER Y., CHEVALIER F., KOPP J., 1981. Collagène hépatique après traitement au tétrachlorure de carbone ou administration chronique d'éthanol chez le rat carencé en magnésium. Association Française de Nutrition, Hôpital Saint-Antoine, Paris (abstract).
- RAYSSIGUIER Y., CHEVALIER F., REMESY C., DEMIGNE C., 1981. Effet de la carence en calcium sans hypocalcémie sur l'insuline plasmatique du rat recevant une injection de glucose. Association Française de Nutrition, Hôpital Saint-Antoine, Paris (abstract).
- RAYSSIGUIER Y., DURLACH J., 1981. Déficit magnésique marginal et lésions hépatiques expérimentales du rat. *Méd. Chir. Dig.*, 10, 313-316.
- RAYSSIGUIER Y., GUEUX E., WEISER D., 1981. Effect of magnesium deficiency on lipid metabolism in rats fed a high carbohydrate diet. *J. Nutr.*, 111, 1876-1883.
- REMESY C., DEMIGNE C., 1981. Availability of glucogenic precursors and ketogenesis in pregnant ewes. In : *Fourth International Conference of Production Diseases in Farm Animals*, STANGASSINGER, ed. Munich, 63-68.
- RENERRE M., TALMANT A., 1981. Relation entre type métabolique et respiration musculaire. 27° Congrès Européen des Chercheurs en Viande, 24-28 août, Vienne (Autriche), 70-75.
- ROBELIN J., 1981. Cellularity of bovine adipose tissue. Developmental changes from 15 to 65 % mature weight. *J. Lipid. Res.*, 22 (3) 452-457.
- SAUVANT D., CHILLIARD Y., BAS P., MORAND-FEHR P., 1981. Interactions alimentation x individus en production laitière caprine. In "6èmes Journées de la Recherche Ovine et Caprine" (Toulouse, 2-3/12/81), 311-331.

SAUVANT D., GIGER S., CHILLIARD Y., MORAND-FEHR P., 1981. Etude de la capacité d'ingestion de la chèvre en début de lactation. In "Nutrition et systèmes d'alimentation de la chèvre". INRA-ITOVIC, Symposium International, Tours (12-15/5/81), 2, 8-17.

THERIEZ M., TISSIER M., ROBELIN J., 1981. The chemical composition of the intensively fed lambs. *Anim. Prod.*, 32, 29-37.

TOURAILLE C., KOPP J., VALIN C., RICARD F., 1981. Qualité du poulet : I - Influence de l'âge et de la vitesse de croissance sur les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de la viande. *Arch. Geflügelkd.*, 45, 69-76.

TOURAILLE C., RICARD F.H., 1981. Relationship between sexual maturity and meat quality in chickens. Quality of poultry meat, 259-263.

TOURAILLE C., RICARD F.H., KOPP J., VALIN C., LECLERCQ B., 1981. Qualité du poulet : II - Evolution en fonction de l'âge des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de la viande. *Arch. Geflügelkd.*, 45, 97-104.

VALÍN C., CHAMPOMIER F., 1981. Relation entre le type de muscle et le catabolisme *post mortem* du NAD dans le muscle de bovin. 27^e Congrès Européen des Chercheurs en Viande - 24-28 août, Vienne (Autriche), 176-179.

VALIN C., TOURAILLE C., OUALI A., LACOURT A., 1981. Influence de la stimulation électrique sur la maturation et les qualités organoleptiques de la viande de boeuf. *Sci. Aliments*, 1 (4), 467-476.

VERITE R., JOURNET M., 1981. Variation de la valeur azotée d'un ray-grass anglais au cours de la saison de pâturage. 4e Réunion du Groupe Européen sur le Pâturage.

Articles techniques parus en 1981

AUROUSSEAU B., 1981. Les besoins en énergie du veau de boucherie. *Journées "Veau de boucherie"* organisées à Paris les 29, 30 septembre et 1er octobre 1981 par l'Association Française des Techniciens de l'Alimentation Animale.

BARLET J.P., 1981. L'hypocalcémie vitulaire. *Bulletin des G.T.V.* (sous presse).

BARNOUIN J., 1981. L'Enquête Eco-Pathologie continue en élevages-observatoires : un système d'étude de la pathologie multifactorielle. *Milieu, Pathologie et Prévention chez les Ruminants*, I.N.R.A. Publ., 1981, 13-21.

BAUCHART D., 1981. Les lipides dans l'alimentation du veau de boucherie ; digestion, métabolisme, besoins. *Journées "Veau de boucherie"* organisées à Paris les 29, 30 septembre et 1er octobre 1981 par l'Association Française des Techniciens de l'Alimentation Animale.

BERANGER C., MICOL D., 1981. Pâturage. *Cultivar "Spécial Fourrages"*, 139, 75-77.

BERANGER C., MICOL D., 1981. Utilisation de l'herbe par les bovins au pâturage. Importance du chargement et du mode d'exploitation. Extrait de la revue *Fourrages*, n° 85, 73-93.

BOCCARD R., 1981. Conséquences de l'intensification sur les caractéristiques qualitatives des carcasses et des viandes. *Journées Nationales des G.T.V.*, 19/06/80 à Reims, 19-31.

BROCHART M., 1981. Conclusions et commentaires après le 12ème "Grenier de Theix" : "Milieu, Pathologie et Prévention chez les Ruminants", I.N.R.A. Publ., 1981, 229-230.

BROCHART M., 1981. Réflexions sur les risques sanitaires des vaches laitières à haute production. *La Production Laitière Française*, I.N.R.A. Publ. 1981, 301-302.

BROCHART M., FAYET J.C., 1981. Milieu et pathologie podale des vaches laitières. *Milieu, Pathologie et Prévention chez les Ruminants*, I.N.R.A. Publ. 1981, 39-44.

BROCHART M., FAYET J.C., BARNOUIN J., 1981. Facteurs structurels de la production bovine et tuberculose bovine selon les départements français. *Milieu, Pathologie et Prévention chez les Ruminants*, I.N.R.A. Publ., 1981, 45-49.

CABELLO G., 1981. Un facteur important de la résistance du nouveau-né : l'état endocrinien périnatal. In : "Autour du nouveau-né", Session ITOVIC 1980, Paris, 7-23.

CABELLO G., LEVIEUX D., 1981. Transmission de l'immunité colostrale chez l'agneau : le point sur les connaissances actuelles. *Pâtre*, février 1981, 21-29.

CABELLO G., LEVIEUX D., 1981. Transmission de l'immunité colostrale chez l'agneau : le point sur les connaissances actuelles. In : *Autour de la mortalité du nouveau-né*, Session ITOVIC 1980, Paris, 24-43.

CHARLET P., VALIN C., 1981. Qualités et utilisation des carcasses de vaches de réforme. Possibilités d'une meilleure valorisation. *La Production Laitière Française*, I.N.R.A. Publ., 375-381.

CULIOLI J., 1981. La texturation des protéines. In "Protéines foliaires et alimentation" - Ed. C. COSTES, GAUTHIER-VILLARS-Paris, 183-209.

DEMIGNE C., REMESY C., 1981. Les relations mère-foetus chez le ruminant et les problèmes de cétozes. *Bulletin des G.T.V.* (sous presse).

DEMIGNE C., REMESY C., GAPIHAN G., 1981. Pour traiter les diarrhées du veau nouveau-né. *L'Elevage Bovin, Ovin et Caprin*, 104.

- DOREAU M., MARTIN-ROSSET W., DUBROEUCQ H., 1981. Production laitière de la jument. Liaison avec la croissance du poulain. 8ème Journée d'Etude "Quoi de neuf en matière de recherches sur le cheval ?". CEREOPA Paris, 88-100.
- FAUCONNEAU G., 1981. Evolution de la consommation humaine en divers produits animaux ; conséquences sur les orientations de l'élevage. *Revue d'Alimentation Animale*, **343**, 11-14.
- GUILLAUME J., BONNET L., BONNET Y., DONNAT J.P., VERMOREL M., 1981. Apparatus for automatic and continuous gas sampling ; its use in measuring respiratory exchanges of different sized animals. *Lab. Pract.*, **30**, 12, 1219-1223.
- HODEN A., 1981. Valorisation de l'ensilage de maïs plante entière par les vaches laitières. *2ème Salon des Fourrages*, Craon, septembre 1981.
- JOURNET M., 1981. Utilisation de l'azote non protéique par les ruminants. In "Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants", INRA Publ., 78000 Versailles, 265-278.
- JOURNET M., 1981. Une nouvelle Station de Recherches sur la Vache Laitière à l'I.N.R.A. *Revue "Production Laitière Moderne"*, **98**, 7-11.
- JOURNET M., 1981. Les contraintes alimentaires des vaches à haut potentiel de production. In "La Production Laitière Française", INRA Publ. 78000 Versailles, 283-290.
- JOURNET M., 1981. Stratégie de distribution des aliments concentrés au cours du cycle de production. Texte C.A.A.A., 27 novembre 1981.
- JUSSIAUX M., TRILLAUD C., MARTIN-ROSSET W., DUBROEUCQ H., 1981. Pratique de la monte en liberté en troupeaux formés. CEREOPA Ed. Paris, 1-34.
- LABADIE J.C., MONTEL M.C., 1981. Production, isolement et caractérisation de la collagénase d'*Empedobacter collagenolyticum*. Application de cette enzyme à l'attendrissage des viandes. *5ème Réunion des Microbiologistes de l'I.N.R.A. - Micro-organismes d'intérêt industriel*, Dourdan (31/03 au 2/04), 215-225.
- LAMAND M., 1981. Le rapport sol-plante-pathologie animale. Extrait de "Milieu, Pathologie et Prévention chez les Ruminants", I.N.R.A. Publ., 1981, 111-121.
- LAMAND M., BELLANGER J., 1981. Stratégie du dosage des oligoéléments dans les fourrages et les aliments composés, interprétation des résultats. Extrait de "Prévision de la valeur nutritive des aliments des Ruminants", I.N.R.A. Publ., 203-212.
- MARTIN-ROSSET W., LOISEAU P., MOLENAT G., 1981. Utilisation des pâturages pauvres par le cheval. *B.T.I. n° spécial "Le Cheval"*, **362-363**, 587-608.
- MONIN G., 1981. Causes d'obtention de deux types défectueux de viande de porc, les viandes exsudatives et les viandes à pH élevé. *V.P.C.*, **2** (8), 6-10.
- PION R., 1981. Les protéines des graines et des tourteaux. XIèmes Journées du Grenier de Theix. *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, I.N.R.A. Publ., 1981, 259-263.
- RAYSSIGUIER Y., 1981. La tétanie d'herbage. *Bulletin des GTV* (sous presse).
- REMESY C., DEMIGNE C., 1981. Les principaux aspects du métabolisme intermédiaire chez le ruminant. *Bulletin des GTV* (sous presse).
- REMESY C., DEMIGNE C., 1981. Plaquette de vulgarisation du procédé de réhydratation des veaux diarrhéiques INRA-ITEB, avec la collaboration de l'EDE du Puy-de-Dôme.
- REMESY C., DEMIGNE C., 1981. Articles dans la presse agricole et vétérinaire sur la vulgarisation du procédé de réhydratation par voie orale des veaux diarrhéiques.
- REMOND B., 1981. Valeur alimentaire et utilisation par la vache laitière du lactosérum natif et doux. Document ITEB n° 82015, décembre 81, 29 à 39.

REMOND B., CHILLIARD Y., 1981. Le syndrome du lait pauvre en matières grasses. 5ème Séminaire G.T.V.-I.N.R.A. (Clermont-Ferrand, 3-4/11/81), 30-31.

RENERRE M., 1981. La couleur de la viande et sa mesure. *V.P.C.*, 2 (5), 10-15.

SIRAMI J., TALON R., GIRARD J.P., 1981. Mise en application de processus de fumage. *V.P.C.*, 2 (6), 8-13.

TALON R., GIRARD J.P., 1981. La fumaison des produits carnés : 1ère Partie : Technologie, effets recherchés et effets parasites. *V.P.C.*, 1 (4), 16-22.

TALON R., GIRARD J.P., 1981. La fumaison des produits carnés : 2ème Partie : Effets recherchés et effets parasites des composés de la fumée. *V.P.C.* 1 (5), 18-20.

TOURAILLE C., 1981. La dégustation de la viande et des produits carnés - 2ème Partie. *V.P.C.*, 2, 29-34.

VALIN C., 1981. Pour attendrir la viande : la stimulation électrique. *La Recherche*, 12 (122), 612-613.

VERITE R., SAUVANT B., 1981. Prévion de la valeur nutritive azotée des aliments concentrés pour les ruminants. In *"Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants"*, INRA Publ. 78000 Versailles, 279-296.

VERMOREL M., 1981. Développement des recherches sur la nutrition énergétique. "Regards sur la France" - "Quelques aspects des recherches de nutrition animale en France", 59-68.

VIENT DE PARAÎTRE

Actions du climat sur l'animal au pâturage*

La Commission d'Agrométéorologie de l'I.N.R.A. a organisé, les 31 mars et 1er avril 1982, un séminaire relatif aux "Actions du climat sur l'animal au pâturage" au cours duquel on a fait le point des connaissances disponibles dans ce domaine et des problèmes qui pourraient se poser.

On n'a examiné que les actions directes des facteurs climatiques sur l'animal : échanges thermiques entre l'animal et son environnement, comportement des animaux, reproduction, problèmes sanitaires, production laitière, production de viande (jeunes bovins, vaches allaitantes, chevaux) et hivernage en plein air. Les actions indirectes induites par le biais des ressources alimentaires feront l'objet d'un prochain séminaire qui portera notamment sur les prairies permanentes et temporaires.

Ce document paraît dans la série des ouvrages de synthèse publiés par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Les données et les réflexions contenues dans cet ouvrage devraient être très utiles à tous ceux qui s'intéressent à l'élevage des ruminants et du cheval.

Sommaire

Introduction M. HALLAIRE.....	5
Rôle et importance du climat sur les productions animales et au sein des systèmes d'élevage : analyse de 3 situations J.C. FLAMANT, M. BISSON et M. PRUD'HON.....	7
Incidences de l'hivernage en plein air sur les résultats techniques de troupeaux de vaches allaitantes G. OULION.....	25
Performances de vaches allaitantes en plein air intégral M. GRENET, L. MELET, J.M. CHUPIN, P. LE NEINDRE et C. MALTERRE.....	31
Exploitation de troupeaux de juments lourdes en plein air W. MARTIN-ROSSET.....	45
Influence des facteurs climatiques sur la composition et la valeur nutritive de l'herbe C. DEMARQUILLY.....	49

* Commandes à adresser à : I.N.R.A. Service des Publications Route de St-Cyr - 78000 Versailles

Format : 16 × 24 cm, 206 pages. Prix : 80 F TTC, port compris.

Analyse physique des pertes thermiques de l'animal vers son environnement Influence des facteurs climatiques P. BERBIGIER.....	65
Climat, thermogenèse et production de l'animal M. VERMOREL.....	97
Influence du climat et de la saison sur la production laitière au pâturage B. REMOND et M. VERMOREL.....	115
Action du climat sur l'animal au pâturage : actions sur la fonction de reproduction M. PRUD'HON.....	131
Influence du climat sur les relations mère-jeune P. LE NEINDRE et M. PETIT.....	137
Influence directe et indirecte des facteurs climatiques sur le comportement de l'animal et l'ingestion d'herbe G. MOLENAT et D. MICOL.....	149
Climat et problèmes sanitaires M. BROCHART, J.C. FAYET et J. BARNOUIN.....	159
Insectes nuisibles au bétail et climat H.L. RAYMOND.....	169
Climat et prévention du parasitisme animal L. GRUNER et Chantal BOULARD.....	185
Conclusions R. JARRIGE.....	201



VIENT DE PARAÎTRE

La luzerne et le trèfle violet sources de protéines pour les ruminants

Numéro spécial de FOURRAGES

La luzerne et le trèfle violet ont un rôle important à jouer dans la campagne de réduction des coûts de production. Ces cultures permettent de produire en moyenne de 10 à 14 t de matière sèche et 1 500 à 2 000 kg de matières azotées digestibles à l'hectare. Grâce à la luzerne ou au trèfle violet, abstraction faite de tout aliment de complément, des éleveurs arrivent à entretenir 2 vaches laitières et à produire 9 000 kg de lait/ha de surface fourragère.

Des techniques d'exploitation et de fertilisation ont été expérimentées et sont aujourd'hui largement appliquées en Suisse pour maintenir la présence des légumineuses (trèfle violet et trèfle blanc) dans le peuplement des prairies. Les techniques d'implantation, de culture, d'exploitation et de conservation de la luzerne et du trèfle violet sont aujourd'hui bien au point et permettent de valoriser ces productions fourragères tant par les vaches et chèvres laitières que par les génisses et taurillons.

C'est à la demande de l'Association Française pour la Production Fourragère que les chercheurs et techniciens français et étrangers les plus compétents ont rassemblé toutes leurs connaissances dans ce numéro spécial de la revue *FOURRAGES* (*) (264 p.).

S O M M A I R E

LA LUZERNE ET LE TRÈFLE VIOLET SOURCES DE PROTÉINES POUR LES RUMINANTS

Exposé introductif, par G. GOUIN	9
Le problème national des ressources en protéines et l'alimentation animale par C. CALET	11
Les légumineuses dans la production fourragère française ; évolution au cours des vingt dernières années, par J. PICARD	17
Rôle du trèfle violet dans la production fourragère belge ; évolution et perspective, par A. ANDRIES	27
Utilisation en Suisse du trèfle violet et de la luzerne avec des graminées, par J.-P. CHARLES	39
Comment estimer les avantages de l'introduction de la luzerne ou du trèfle violet dans un système laitier intensif ? (exemples de simulation), par J. MATHIEU	57

(*) En vente au Secrétariat de l'AFPF - CNRA, Route de St Cyr - 78000 VERSAILLES (Prix : 100,00 F).

(Suite du sommaire)

Les légumineuses se développent à nouveau dans les régions d'élevage (témoignages), par A. PFLIMLIN	83
La culture de la luzerne et du trèfle violet, purs ou en association : aspects agronomiques, par P. DUTIL	97
Influence des facteurs climatiques sur la production de la luzerne, par G. GOSSE, M. CHARTIER, G. LEMAIRE et P. GUY	113
La luzerne et le trèfle violet, en culture pure ou en association : aspects phytotechniques, par Ph. PLANCQUAERT	135
Les pertes en cours de récolte et de conservation de la luzerne et trèfle violet. Aspect économique de quelques chantiers de récolte, par G. CABON	161
Valeur alimentaire des légumineuses (luzerne et trèfle violet) en vert et modifications entraînées par les différentes méthodes de conservation, par C. DEMARQUILLY	181
Utilisation des ensilages de luzerne et de trèfle violet pour la croissance et l'engraissement, par F. RAYMOND	203
Utilisation de la luzerne et du trèfle violet par les ruminants laitiers, par N. DEDENON	249
Quelques remarques en forme de conclusion, par J. PICARD	249
Résumés français et anglais	253

Actualités scientifiques et agronomiques de l'I.N.R.A.

- | | |
|---|--|
| <p>☐ La fonction ovarienne chez les Mammifères.
Charles THIBAUT et Marie-Claire LEVASSEUR
1979, 104 pages, 34 figures. 83 F.</p> <p>☐ Ecologie microbienne du tube digestif.
Ces microbes qui nous protègent.
Robert DUCLUZEAU et Pierre RAIBAUD
1979, 104 pages, 41 figures. 83 F.</p> <p>☐ Le stress en élevage intensif.
Robert DANTZER et Pierre MORMEDE
1979, 128 pages, 58 figures. 83 F.</p> | <p>☐ De la puberté à la sénescence.
La fécondité chez l'homme et les autres Mammifères,
Marie-Claire LEVASSEUR et Charles THIBAUT
1980, 120 pages, 61 figures. 83 F.</p> <p>☐ La mécanique digestive chez les Mammifères.
Yves RUCKEBUSCH, Lionel BUENO et Jean FIORAMONTI
1981, 132 pages, 93 figures. 98 F.</p> <p>☐ Le médicament vétérinaire
Yves RUCKEBUSCH et Philippe TOUTAIN
1982, 204 pages, 105 F.</p> |
|---|--|

Prix Publics TTC au 15.9.82.

Ces ouvrages sont en vente en librairie ou à la Maison du Livre Spécialisé
7, rue Geoffroy-Saint-Hilaire - 75240 PARIS Cedex 05

CRT 240

MASSON

ANNALES DES SCIENCES NATURELLES



Publication éditée avec le concours du
Centre National de la Recherche Scientifique

ZOOLOGIE ET BIOLOGIE ANIMALE

publiées sous la direction de P.-P. GRASSÉ

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| • Zoologie générale et expérimentale | • Endocrinologie comparée |
| • Anatomie comparée | • Ethologie et sociologie animales |

----- ✂ -----
Veuillez enregistrer mon abonnement pour 1982 (1 an, 4 fascicules) - 575 FF.

Le règlement ci-joint (libellé à l'ordre de SPPIF) est à retourner à SPPIF - Z.I. Vineuil - B.P. 22 - 41350 VINEUIL.

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code _____ Ville _____

Vous pouvez aussi vous adresser à votre libraire habituel.

MASSON 

*Les reproductions partielles ou complètes d'articles extraits de ce bulletin
doivent être référencées avec précision.
Les indications de référence figurent au haut de la première page de chaque article*

Directeurs de la Publication : C. MALTERRE et A. HODEN

I.N.R.A. Publications - Route de St Cyr - 78000 Versailles

Dépôt légal : 4ème trimestre 1982

N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP